

com. WO 96/10505

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公表特許公報 (A)

(11) 特許出願公表番号

特表平10-506346

(43) 公表日 平成10年(1998) 6月23日

(51) Int.Cl.<sup>6</sup>

B 6 0 T 8/00

識別記号

F I

B 6 0 T 8/00

A

審査請求 未請求 予備審査請求 有 (全 96 頁)

(21) 出願番号 特願平8-511399  
 (86) (22) 出願日 平成7年(1995) 9月29日  
 (85) 翻訳文提出日 平成9年(1997) 3月28日  
 (86) 国際出願番号 P C T / E P 9 5 / 0 3 8 6 4  
 (87) 国際公開番号 W O 9 6 / 1 0 5 0 5  
 (87) 国際公開日 平成8年(1996) 4月11日  
 (31) 優先権主張番号 P 4 4 3 5 1 6 0 . 7  
 (32) 優先日 1994年9月30日  
 (33) 優先権主張国 ドイツ (D E)

(71) 出願人 コンティネンタル・アクチェンゲゼルシャ  
 フト  
 ドイツ連邦共和国、デー-30165 ハノー  
 バー、ファーレンヴァルダー・ストラー  
 セ、9  
 (72) 発明者 ドレーネ・エーベルハルト  
 ドイツ連邦共和国、デー-30823 ガルプ  
 ゼン、シュトウルンリング、21  
 (72) 発明者 ベッヒェラー・トーマス  
 ドイツ連邦共和国、デー-64572 ビュテ  
 ルボルン、アム・ドルファンガー、17  
 (74) 代理人 弁理士 江崎 光史 (外2名)

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 タイヤに作用する縦方向力または変形に比例する量を測定するための方法と装置並びにそのための車両タイヤ

(57) 【要約】

本発明は、摩擦によってできるだけ大きな加速を可能にするための方法を教示する。そのために、タイヤに作用する縦方向力またはタイヤの撓みまたは踏面長さまたは荷重-圧力-比を測定するための新しい方法が使用される。この測定は車輪の半径方向外側範囲、特にタイヤの肩範囲と、半径方向内側範囲、例えばタイヤビード範囲またはホイールハブとの間のねじれ変形を測定することによって行われる。従来の場合、車輪は回転しなければならず、評価ユニットはタイヤの測定に邪魔になるので回転しないが、本発明は好ましい実施形ではこの回転が利用される。或る半径方向範囲のマークを通過してから他の半径方向範囲のマークを通過するまでに、回転しない位相平面によって所定の時間が経過する。この時間はねじれ変形に依存して変化する。このねじれ変形は更に、縦方向と垂直方向の車輪負荷に依存する。どの位置平面にどのような関連があるのか、そしてこれがどのように利用されるのかについて教示する。

## 【特許請求の範囲】

1. 最大負荷のときにタイヤスリップがコントロール装置によって、最大摩擦係数を生じるスリップの近くに保持される、車道に対して摩擦接触するタイヤを装着した車輪に縦方向力を伝達する車両のできるだけ大きな正およびまたは負の加速を可能にするための方法において、タイヤに作用する縦方向力が測定され、この縦方向の力がコントロール装置に入力されることを特徴とする方法。
2. 更に、その都度の車輪荷重が測定され、コントロール装置に入力されることを特徴とする請求項1記載の方法。
3. タイヤ空気圧に対するその都度の車輪荷重の比が、特にタイヤの変形から算定されることを特徴とする請求項2記載の方法。
4. その都度の車輪荷重と各々の車輪のその都度の縦方向力から、現在要求される摩擦係数が算定されることを特徴とする請求項2記載の方法。
5. タイヤ回転中にタイヤに作用する縦方向力を測定するための方法において、タイヤに作用する縦方向力が、車輪の半径方向内側範囲またはハブとタイヤの半径方向外側範囲の間の、位置に依存するタイヤのねじれ変形から、少なくとも一つの回転しない位置で算定されることを特徴とする方法。
6. タイヤ回転中にタイヤの撓みあるいは踏面長さあるいはタイヤ空気圧に対する、タイヤによって受け止められる車輪荷重の比、すなわち荷重-圧力-比を測定するための方法において、タイヤの撓みあるいは踏面長さあるいは荷重-圧力-比が、車輪の半径方向内側範囲、例えばタイヤのビード範囲または軸方向内側のリムフランジまたは車輪ハブとタイヤの半径方向外側範囲との間の、位置に依存するタイヤのねじれ変形から、少なくとも2つの回転しない位置で測定されることを特徴とする方法。
7. タイヤに受け止められる車輪荷重が、車輪の半径方向内側範囲またはハブとタイヤの半径方向外側範囲との間の、位置に依存するタイヤのねじれ変形から測定され、ねじれ変形が全部で少なくとも2つの回転しない位置で測定されることを特徴とする請求項5記載の方法。
8. ねじれ変形が1つまたは複数の時間測定によって測定され、この場合測定す

べき時間が、回転軸線を中心とした異なる半径上に設けられた回転する車輪の少なくとも2個のマークが回転軸線を中心とした、マークと同じ半径上に回転しないよう設けられた少なくとも2個のセンサの傍らを通過する間の時間であり、その際マークのうち少なくとも半径方向外側のマークがタイヤの半径方向外側範囲に設けられ、例えば半径方向内側のセンサがステアリングナックルに、半径方向外側のセンサが車輪懸架装置のトランスバースリンクに設けられていることを特徴とする前記請求項のいずれか一つ、少なくとも請求項5または6に記載の方法。

9. 請求項8記載の方法において、

a) 車輪のタイヤの半径方向外側の範囲において、タイヤに設けた1個または複数のマークが回転しない少なくとも1個の外側のセンサの傍らを通過する時点(以下、外側の時点という)が記録され、

b) 車輪の半径方向内側の範囲において、車輪、例えばタイヤビード範囲、リムまたは好ましくはホイールハブに設けた1個または複数のマークが回転しない少なくとも1個の内側のセンサの傍らを通過する時点(以下、内側の時点という)が記録され、

c) 外側の時点と内側の時点の間の時間が測定および評価され、

d) 評価が、測定すべき周期時間による、c)に従って測定された時間の割算を含み、この場合周期時間が車輪1回転の時間またはこの時間の所定の一部分であることを特徴とする方法。

10. 内側のマークが内側センサの傍らを通過することによって、特に電子式ストップウォッチを用いて時間測定が開始され、外側のマークが外側のセンサの傍らを通過することによって前記時間測定が停止されることを特徴とする請求項9記載の方法。

11. 外側のマークが外側センサの傍らを通過することによって、特に電子式ストップウォッチを用いて時間測定が開始され、内側のマークが内側のセンサの傍らを通過することによって前記時間測定が停止されることを特徴とする請求項9記載の方法。

12. 測定された両方の時間のうちの一方が正の符号で、他方が負の符号であり、

この両方のうちの絶対値の小さな時間が用いられることを特徴とする請求項10、11に記載の方法。

13. 請求項10または請求項11記載の方法であって、

- 内側のマークと外側のマークからなる対のマークが角度差(D)を有し、この角度差(D)が一方のマークの位相平面と他方のマークの位相平面の間の角度として定められ、一方のマークの位相平面が車輪軸線を含む平面として定められ、この平面内でそれぞれのマークが車輪に設けられ、

- 内側のセンサと外側のセンサからなる対のセンサが角度差(d)を有し、この角度差(d)が一方のセンサの位置平面と他方のセンサの位置平面の間の角度として定められ、一方のセンサの位置平面が車輪軸線を含む平面として定められ、この平面内でそれぞれのセンサが回転しないよう配置されている、

方法において、

- 異なる符号の時間を回避するために、対のマークの角度差(D)が少なくとも、車輪の最大負荷時の外側範囲と内側範囲の間のねじれ角と同じくらい、対のセンサの角度差(d)と異なっており、

- 前記の対のマークのうち、所定の一方のマーク、すなわち内側のマークまたは外側のマークだけが時間測定を開始し、他方のマーク、外側のマークまたは内側のマークが時間測定を停止することを特徴とする方法。

14. 対のマークの角度差(D)が零にセットされ、両マークが同じ位相平面内に設けられていることを特徴とする請求項15に記載されていない、少なくとも請求項13記載の方法。

15. 対のセンサの角度差(d)が零にセットされ、両センサが同じ位置平面内に設けられていることを特徴とする請求項14に記載されていない、少なくとも請求項13記載の方法。

16. 複数の対のマークが車輪に設けられ、各々の対のセンサが、各々の対のマークの両マークが通過する間の、車輪1回転あたり複数の時間を測定することを特徴とする前記請求項のいずれか一つに記載の方法。

17. 各々の対のマークが同じ角度差(D)を有することを特徴とする請求項16

記載の方法。

18. 対のマークが車輪に不均一に分配配置されていることを特徴とする請求項1

7記載の方法。

19. 複数の対のセンサが車輪近くにおいて異なる位置平面内に回転しないように配置され、異なる位置の各々の対のマークが、各々の対のマークの両マークが通過する通過する間の時間測定を1回ずつ行うことを特徴とする請求項9記載の方法。

20. 車輪軸線上方の垂直な一つの位置が $0^\circ$ であり、他の位置が $0^\circ$ の位置に対する車輪回転方向のその角度で表される、請求項6と19、特に更に請求項15記載の方法において、

- a) 2対のセンサが設けられ、
- b) そのうちの一方が約 $90^\circ$ の位置または $270^\circ$ の位置に配置され、
- c) 他方が約 $270^\circ$ の位置または $90^\circ$ の位置に配置され、
- d) 請求項9の特徴c)に従ってこの両位置でほぼ同時に測定された時間が互いに減算され、

f) この時間差が、その都度この時間差またはb)とc)の位置でのタイヤ歪み角度に関する、踏面または踏面長さでのタイヤ撓みの経験的に知られている関数に基づいて、タイヤ撓み、踏面長さまたは荷重-圧力-比に換算されることを特徴とする方法。

21. 車輪軸線上方の垂直な一つの位置が $0^\circ$ であり、他の位置が $0^\circ$ の位置に対する車輪回転方向のその角度で表される、請求項5と19、特に更に請求項15記載の方法において、

- a) 2対のセンサが設けられ、
- b) そのうちの一方が約 $90^\circ$ の位置または $270^\circ$ の位置に配置され、
- c) 他方が約 $270^\circ$ の位置または $90^\circ$ の位置に配置され、
- d) 請求項9の特徴c)に従ってこの両位置でほぼ同時に測定された時間が互いに加算され、

f) この時間の合計が、この時間の合計またはb)とc)の位置でのタイヤ歪み角度に関する経験的に知られているタイヤ縦方向力の関数に基づいて、タ

イヤ縦方向力に換算されることを特徴とする方法。

22. タイヤの縦方向の力と、タイヤ撓み、タイヤ踏面長さおよび荷重-圧力-比の少なくとも一つを測定するために、時間が加算および減算される、請求項20と21記載の方法。

23. 車輪軸線上方の垂直な一つの位置が $0^{\circ}$ であり、他の位置が $0^{\circ}$ の位置に対する車輪回転方向のその角度で表される、請求項9記載の方法において、対のセンサが $0^{\circ}$ の位置に配置され、タイヤの撓みやタイヤの踏面長さに左右されない、この位置で測定すべき時間が、この時間またはこの位置でのタイヤ歪み角度に関する経験的に知られているタイヤ縦方向の力の関数に基づいて、タイヤ縦方向の力に換算されることを特徴とする方法。

24. 請求項19と23に記載の方法において、

- a) 2対のセンサが設けられ、
- b) そのうちの一方が約 $0^{\circ}$ の位置に配置され、
- c) 他方が $90^{\circ}$ の位置または $270^{\circ}$ の位置に配置され、
- d) 請求項9の特徴c)に従ってこの両位置ではほぼ同時に測定された時間が評価され、
- e)  $0^{\circ}$ 位置で検出された時間とタイヤ歪み角度に関するタイヤ縦方向力の経験的に知られている記憶された関数に、この時間を入力することにより、この時間から時のタイヤ縦方向力が検出され、
- f) 垂直位置で、すなわち $0^{\circ}$ 位置で測定した時間から、 $90^{\circ}$ または $270^{\circ}$ の位置で測定した時間が減算され、それから値が求められ、
- g) この時間の差が、それぞれこの時間に関するまたは当該の位置でのタイヤ歪み角度に関するおよび瞬時のタイヤ縦方向力に関する踏面でのタイヤの撓みまたは踏面長さまたは荷重-圧力-比の経験的に知られている記憶された関数に基づいて、タイヤ撓みまたは踏面長さまたは荷重-圧力-比に換算されることを特徴とする方法。

25. 更に、タイヤ空気圧が公知の方法で、例えば回転しない評価装置に無線を介してデータを伝送する一緒に回転するマノメータによって、測定され、車輪荷重がこのタイヤ空気圧と荷重-圧力-比から算定されることを特徴とする請求

項19、特に20または24記載の方法。

26. 更に、車輪荷重が公知の方法で、例えば付設の走行装置ばねの抵抗線ストレインゲージによって測定され、タイヤ空気圧がこの車輪荷重と荷重-圧力-比から算定されることを特徴とする請求項19、特に20または24記載の方法。

27. タイヤ歪みの関数がタイヤ撓みまたは踏面長さまたは荷重-圧力-比とタイヤ縦方向力に依存して記憶され、周期時間による商がタイヤ歪みの程度として使用される、いろいろな位置での時間測定が、請求項20~24と同様に互いに組み合わせられることを特徴とする請求項19記載の方法。

28. タイヤに作用する縦方向力が、請求項5の特徴に従って、すなわち車輪の半径方向内側範囲またはハブとタイヤの半径方向外側範囲の間の、位置に依存するタイヤのねじれ変形から、少なくとも一つの回転しない位置で測定されることを特徴とする請求項1記載の方法。

29. 請求項5に従属する少なくとも一つの請求項、特に請求項8の特徴を有することを特徴とする請求項28記載の方法。

30. タイヤ撓みまたは踏面長さまたは荷重-圧力-比が測定され、その都度の限界値を超えてから、空気圧が低くなりすぎる前に警報が運転者に与えられ、およびまたは過大の屈曲応力によるタイヤの脱落が回避されるように、達成可能な最高速度が、場合によっては外気温度およびまたはタイヤの種類に依存して下げられることを特徴とする請求項19、特に20または24記載の方法。

31. 請求項25記載の方法、すなわちタイヤ空気圧測定が公知の方法で行われる方法において、車輪荷重の限界値を超えてから、特に車輪荷重が高くなりすぎる前にあるいは空気圧が低くなりすぎる前に警報が運転者に与えられ、およびまたは過大の屈曲応力によるタイヤの脱落が回避されるように、およびまたは車両のスタートが阻止されるように、達成可能な最高速度が、場合によっては外気温度およびまたはタイヤの種類に依存して下げられることを特徴とする方法。

32. 請求項26記載の方法、すなわち車輪荷重が公知の方法で行われる方法において、車輪空気圧の限界値を超えてから、特に空気圧が低くなりすぎる前に警報が運転者に与えられ、およびまたは過大の屈曲応力によるタイヤの脱落が回

避されるように、達成可能な最高速度が、場合によっては外気温度およびまたはタイヤの種類に依存して下げられることを特徴とする方法。

33. 通過するマークに対する軸方向間隔を検出するセンサがほぼ $0^\circ$ の位置と $90^\circ$ の位置にそれぞれ1個ずつ回転しないように配置され、このようにして検出された対の軸方向間隔からタイヤ横方向力が求められることを特徴とする請求項1記載の方法。

34. 請求項5記載の方法を実施するために、タイヤの回転中タイヤに作用する縦方向力を測定し、およびまたは請求項6記載の方法を実施するために、タイヤの回転中タイヤに生じるタイヤ撓み、踏面長さまたは荷重-圧力-比の少なくとも一つを測定するための装置において、

- タイヤ(9)の半径方向外側の範囲において車輪回転軸線を中心とした半径R2上に配置された少なくとも1個の第1のマーク(2)と、
- 車輪、例えばタイヤビード範囲またはリムまたは好ましくはハブにおいて第1のマーク(2)に比べて半径方向内側にしかも車輪回転軸線を中心とした半径R3上に配置された少なくとも1個の第2のマーク(3)と、
- ほぼ半径R2上に回転しないように配置された、第1のマーク(2)の通過を感知するための少なくとも1個のセンサ(4)と、
- ほぼ半径R3上に回転しないように配置された、第2のマーク(3)の通過を感知するための少なくとも1個のセンサ(5)と、
- 異なる半径上にあるマーク(2, 3)の通過の間の時間を測定するための、センサ(4, 5)に作用接続された測定ユニットと、

この時間からタイヤ縦方向力およびまたはタイヤ撓みまたは接触面長さまたは荷重-圧力-比を検出するための評価ユニット(14)とを備えていることを特徴とする装置。

35. 評価ユニットが回路を含み、この回路が測定された時間をその都度測定された周期時間によって割り、対のマークの間のその局所的なねじれ角度( $\alpha$ )を、センサの場所によって決まる位置で検出し、評価ユニットが更に、ねじれ角度に関するタイヤ縦方向力またはタイヤ撓みまたは踏面長さまたは荷重-圧力-比の関数を記憶して含み、検出されたねじれ角度を入力することによってタイ



ヤ縦方向力またはタイヤ撓みまたは踏面長さまたは荷重-圧力-比を算出することとを特徴とする請求項34記載の装置。

36. 少なくとも1個の第1のマーク(2)が少なくとも1個の第2のマーク(3)に対して周方向にずらして配置されていることを特徴とする請求項34記載の装置。

37. 第1の(すなわち半径方向外側の)マークを感知するためのセンサ(4)が磁束密度の変化に反応することを特徴とする請求項34記載の装置。

38. 監視すべきタイヤ(9)がスチールコードからなるブレーカ層を備え、このブレーカ層が車両に関して軸方向内側に向いたタイヤ側面(I)に切断エッジを備え、スチールワイヤ端部の少なくとも1個、特に三つおきが、特に軸方向内側に更に延ばすことにより、第1のマークとして形成されていることを特徴とする請求項37記載の装置。

39. 第1のマークを感知するためのセンサ(4)が光反射の変化に反応し、監視すべきタイヤ(9)が、車両に関して軸方向内側に向いたタイヤ側面(I)に、トレッドおよびまたはタイヤ端面の成形部、特にサイド飾り模様を備え、この成形部が周方向に延びていない少なくとも1つの溝(以下、横溝という)を備え、少なくとも1個の横溝、特にすべての横溝が、前記センサによって感知される第1のマークとして形成されていることを特徴とする請求項34記載の装置。

40. 第1の運転状態で車速がほぼ一定のときに、装置が第1のマーク相互の位相位置およびまたは内側のマークと相対的な第1のマークの位相位置を検出し、評価ユニットに記憶することを特徴とする請求項34記載の装置。

41. 外側のセンサによって感知される外側のマークの数が、内側のセンサによって感知される内側のマークの数と異なっている、請求項40記載の装置において、評価ユニットが選択プログラムを含み、この選択プログラムが特に請求項13に従って対のマークを形成するために最も適したマークを両マーク軌道の各々から選びだすことを特徴とする装置。

42. 場合によっては選びだされた第1のマーク(2)の位相位置が第2のマーク(3)の位相位置に調和しているかあるいはそれとは逆に、場合によっては選

びだされた第2のマーク(3)の位相位置が第1のマーク(2)の位相位置に調和し、しかも時間を測定するすべての対のマーク(2, 3)について(請求項13に定義した)角度差(D)が同じ大きさになるように調和していることを特徴とする請求項34記載の装置。

43. 各々一つの外側のマークと各々一つの内側のマークとからなる、場合によっては選びだされた対のマークが、周囲に不均一に分配され、すべての対のマークについて角度差(D)が同じであることを特徴とする請求項34、特に請求項42記載の装置。

44. 第1のマークと第2のマークの位相位置が互いに調和しておらず、評価ユニットが特に第1の運転相で静的な評価によって、対のマーク(2<sub>n</sub>, 3<sub>n</sub>)の異なる角度差(D<sub>n</sub>)の差を算出および記憶し、この差をその都度の時間測定の補正のために使用することを特徴とする請求項42ではなく、請求項34、特に請求項42記載の装置。

45. 外側のセンサ(4)と内側のセンサ(5)からなる、少なくとも1個の回転しない対のセンサが、約0°の位置に配置され、この場合車輪軸線上方の垂直な一つの位置が0°であることを特徴とする請求項34~44のいずれか一つに記載の装置。

46. 回転しない対のセンサ(4, 5)が多数設けられ、この対のセンサが、車輪(1)場合によってはタイヤ(9)上の少なくとも一つのマーク対のマーク(2, 3)を配置した半径(R2, R3)に十分に正確に調和していることを特徴とする請求項34~45のいずれか一つに記載の装置。

47. 異なる位置に取付けられた少なくとも2個のセンサ対を備え、この場合、センサ対が0°と90°の位置(請求項24に一致する)または0°と270°の位置(請求項24に一致する)あるいは3つのセンサ対の場合、270°と0°と90°の位置に配置されていることを特徴とする請求項34~46のいずれか一つに記載の装置。

48. 荷重-圧力-比を測定することを特徴とする請求項34~47のいずれか一つに記載の装置において、評価ユニット(14)がタイヤ内圧センサ(13)または車輪荷重センサ(12)に作用接続され、評価ユニット(14)が車輪

荷重または車輪内圧を算出することを特徴とする装置。

49. 荷重－圧力－比を測定することを特徴とする、請求項48ではなく請求項34～47のいずれか一つに記載の装置において、評価ユニット(14)がタイヤ内圧センサ(13)にも車輪荷重センサにも作用接続されておらず、それにもかかわらず、荷重－圧力－比が車両特有の閾値を上回るときに、警報およびまたは最高速度の制限を生じることを特徴とする装置。

50. 車輪軸線上方の垂直な一つの位置が $0^{\circ}$ であり、他の位置が $0^{\circ}$ の位置に対する車輪回転方向のその角度で表される、請求項34～49のいずれか一つに記載の装置において、間隔を測定する少なくとも一つの外側のセンサ(10)がほぼ $90^{\circ}$ または $270^{\circ}$ の位置に配置され、好ましくは更に間隔を測定するセンサ(10)が $0^{\circ}$ の位置に配置され、特に間隔を測定するセンサ(10)と時間を測定する外側のセンサ(4)が一つの部品にまとめられ、センサ(10および場合によっては4)で測定された軸方向間隔から、タイヤ横方向力が評価ユニット(14)で求められることを特徴とする装置。

51. 請求項34～50のいずれか一つに記載の装置およびまたは請求項1～33のいずれか一つに記載の方法に適している車両タイヤにおいて、少なくとも1つのマーク(2)が半径方向外側範囲、特に側壁(1)または肩範囲に配置されていることを特徴とする車両タイヤ。

52. 多数のマーク(2)が半径方向外側の範囲において円に沿って配置されていることを特徴とする請求項51記載の車両タイヤ。

53. マーク(2)に対して半径方向内側に位置する少なくとも1つの他のマーク(3)が、側壁(1)、特にビード範囲に配置されていることを特徴とする請求項51または52記載の車両タイヤ。

54. マーク(2)に対して半径方向内側に位置する複数の他のマーク(3)が、側壁(1)、特にビード範囲に円に沿って配置されていることを特徴とする請求項51～53のいずれか一つに記載の車両タイヤ。

55. 時間を測定するすべてのマーク対に関して(請求項13で定義した)角度差(D)が同じ大きさであり、特に零でないように、外側と内側のマークが対をなして配置されていることを特徴とする請求項51～54のいずれか一つに記

載の車両タイヤ。

56. マーク(2, 3)が金属からなっていることを特徴とする請求項51～55の少なくとも一つに記載の車両タイヤ。

57. マーク(2, 3)の少なくとも若干が磁力を有することを特徴とする請求項51～56の少なくとも一つに記載の車両タイヤ。

58. マーク(2, 3)の少なくとも若干が光を反射するように形成されていることを特徴とする請求項51～57の少なくとも一つに記載の車両タイヤ。

59. マーク(2, 3)が側壁(1)を越えて突出していることを特徴とする請求項51～58の少なくとも一つに記載の車両タイヤ。

## 【発明の詳細な説明】

スリップ制御のためおよびまたは縦方向力または変形に比例する量を測定するための方法と装置並びにそのための車両タイヤ

摩擦によってできるだけ大きな加速を可能にするための方法および

タイヤに作用する縦方向力またはタイヤの撓みまたは踏面長さまたは荷重－圧力比を測定するための方法および

タイヤに作用する縦方向力またはタイヤの撓みまたは踏面長さまたは荷重－圧力比を回転中に測定するための装置および上記の装置と協働するのに適した車両タイヤ。

本発明は、請求項1記載の、摩擦によってできるだけ大きな加速を可能にするための方法に関する。その実施形は請求項1に従属する請求項2～4に記載してある。本発明は更に、タイヤに作用する縦方向力またはタイヤの撓みまたは踏面長さまたは荷重－圧力比を測定するための、請求項5およびまたは6記載の方法に関する。その実施形は請求項5または6に従属する請求項7～33に記載してある。本発明は更に、タイヤに作用する縦方向力またはタイヤの撓みまたは踏面長さまたは荷重－圧力比を回転中に測定するための、請求項34記載の装置に関する。その実施形は請求項34に従属する請求項35～49に記載してある。本発明は更に、上記の装置と協働するためにおよびまたは請求項1～33の記載の方法に適している、請求項50記載の車両タイヤに関する。その実施形は請求項50に従属する請求項51～58に記載してある。

本出願では、車両の車輪は、負荷に依存する小さな変形は別として、互いに相対回転しないように連結され、回転するためのものであるすべての部品の組み合わせであると理解される。すなわち、この車輪には、特にタイヤ、ホイールリムとホイールキーを備えたホイール、弁、ハブ等が属し、そこにはシールリングおよびまたは保持リング、ブレーキディスク、ABS極ホイールおよび場合によっては駆動軸が組み込まれている。

本発明は、タイヤを装着した車輪、特に空気タイヤを装着した車輪における、

自動車の安全レベルを高めるためのものである。この車輪は少なくとも縦方向に

において、大抵の場合には横方向においても（少ない例外の一つはバリの有名な空気タイヤ式地下鉄である）、車道等に対して摩擦によってのみ力を伝達可能である。ほとんどの運転状態では最高の摩擦は要求されないが、不測の事態、例えば横すべりしている先行車両または道路に飛び出した子供に対して、危険を防止するよう反応することが必要である。大きな加速、特に負の符号の加速、すなわち、強い制動を達成可能であることが重要である。

できるだけ大きな加速の大きさが実質的に、タイヤと道路の間の摩擦係数に依存することが知られている。更に、この摩擦係数が道路／タイヤの材料、大抵の場合アスファルト／ゴム混合物の組み合わせと、天候によって左右されることが知られている。更に、摩擦係数はスリップの関数であることが知られている。スリップとは、タイヤ周速とナックル速度の差をナックル速度で割ったものであると理解される。

図1は代表的な周辺条件のときの、スリップに対する普通の摩擦材料対の摩擦係数 $\mu_{\text{longs}}$ の経過（以下スリップ経過という）を示している。最大縦方向摩擦係数は約10%のスリップ値のときに得られる。スリップが更に高まると（これは制動時に制動トルクを高めることによって達成される）、摩擦係数ひいては有効縦方向力は増大しないで、反対に減少する。これは、ブレーキ減速が瞬間的に減少するという問題だけでなく、更に、高い制動トルクを維持する際に車輪回転周波数ひいては車輪周速が零まで迅速に低下するという問題がある（迅速であればあるほど、車輪の慣性モーメントは小さくなり、車両質量に対する比は小さい）。ナックル速度が存在するにもかかわらず、車輪がもはや回転しない運転状態は、“ロック”と呼ばれる。その際のスリップ値は100%である。

図2の実線は低温の水に対する同じタイヤのスリップ曲線を示している（氷の温度が高ければ一層不所望となる）。破線は比較のために図1のスリップ曲線を再度示している。 $\mu_{\text{max}}$ ははるかに小さいだけでなく、小さなスリップのときに生じる。

制動トルクがやや過剰増大したときにすでに、車両減速をしない車輪の回転減速は、先ず最初に幾分大きすぎる制動スリップの害を増大する。制動スリップは

例えば14%から100%へ非常に迅速に増大する。スリップを上回るこの作用のために、最大摩擦係数がこのスリップに属すると、このスリップの向こう側の範囲は専門家によってしばしば不安定なスリップ範囲と呼ばれる。これに対して、零とこの値の間のスリップ範囲は安定したスリップ範囲と呼ばれる。最大摩擦係数が属するスリップ範囲は限界スリップとも呼ばれる。

同じことが過大の駆動スリップの場合にも言える。スピンする駆動車輪は、ほとんどロックする制動車輪ほど重大ではないが、車両の安全性に悪影響を与える。少なくとも普通のロックしない差動装置の場合には、駆動力は、制動時の場合のように車輪ごとに加えられるのではなく、軸ごとに加えられる。なぜなら、駆動出力の大部分がスピンする車輪に伝わるからである。ロックしないセンター差動装置の場合は、駆動力はほぼ完全に無くなる。

ブレーキがロックしたときや駆動車輪がスピンしたときには、伝達可能な縦方向力が減少するというほかに、このような運転状態では、横方向力を伝達する能力の損失（ブレーキロックの場合能力が完全に失われる）によって、車両の安全性が悪影響を受ける。従って、並進慣性と車両高軸線回りの慣性モーメントがコース安定性のために寄与する。操舵は不可能である。

できるかぎり大きな正または負の加速度を必要とする場合には正しいスリップを生じることが重要であるので、そして通常は人がコントローラとして、オートバイのように、2個の車輪を同時に最適なスリップ範囲に保持することができないので（飛行機を含めて他のすべての自動車の場合には通常は多数の車輪ブレーキのための操作機構が1個だけしか設けられていない）、これまで40年間、先ず最初に飛行機走行装置の制動装置のために、スリップコントロールシステムの開発、すなわち装置がコントロールの機能を人から取り上げるシステムの開発が開始された。このようなシステムの使用時に人はレバーの圧力またはレバーの変位またはペダルの押圧力またはペダル変位などを加減することによって、目標値例えば制動減速を測るために、その意志を知らせる。

これに対して、コントロールシステムには、各々の車輪のために所望のスリップを個別に調節するという課題が課せられる。ほとんどのスリップコントロールシステムは、1個の車輪のスリップが限界に達したときに初めて機能する。制

動トルクまたは駆動トルクのそれ以上の増大を阻止することによって、ロックまたはスピンが防止される。例えば車輪が青色玄武岩等のような低い摩擦対に局所的に達することによって、スリップ限界を上回ると、コントロールシステムは、スリップがスリップ限界をкаろうじて下回るまで、制動トルクまたは駆動トルクを低下させる。

スリップコントロール装置は約 8 年前から大量されて乗用車、貨物自動車およびトレーラに使用され、普及してきている。スリップコントロール装置がブレーキスリップだけをコントロールする場合、そのために略語“ABS”（アンチロックシステム）が定着している。スリップコントロールシステムは特に、一方の車輪が最大摩擦係数の小さな道路部分上を走行し、他方の車輪が最大摩擦係数の大きな道路部分上を走行するような走行状況において有効である。

技術水準のスリップコントロールシステムは、各々の車輪の実際の回転数を非常に正確に測定する。そのために、各々の車輪はいわゆる極ホイールを備えている。この極ホイールは外周に多数のマークを含み、マークが回転しないよう配置されたセンサのそばを通過するとき、この通過が磁束の変化によって検出される。極ホイールの並んだ二つのマークを通過する間の時間から、制御装置のマイクロコンピュータが車輪回転数を計算し、記憶された転動外周に積算することにより、タイヤ周速を計算する。

電子式制御装置はこのデータから更に、時間に対する車輪回転数の変化またはタイヤ周速度の変化を計算する。

実際のスリップを識別するために、各々のスリップコントロールシステムは、ステアリングナックル速度に関する情報を必要とする。ほとんどの運転状況の場合、ナックルの間の速度差（カーブ内側がカーブ外側よりも幾分遅い）が小さいので、本発明者が知っているスリップコントロールシステムはすべてのナックル速度を（並進）車速と同じ速度にセットする。しかし、この車速を測定するという問題が残っている。

このために、制御装置は車両の多数の車輪（通常はすべての車輪）の回転数または周速度から、最大値（制動時）または最小値（正の加速時）を算出する。この極端な速度または回転数は実際に、すべての車輪回転数情報のうち最も良好に



車速に関連しているがしかし、スリップなしに、すなわち制動トルクや駆動トルクと切り離して測定する場合には、仮りの値と呼ばれる。場合によっては仮りのこの車速に基づいて、制御装置は個々の車輪回転情報から各々の車輪についてスリップを個別的に算出する。

車両が長い時間にわたって4個すべての車輪のスリップを伴って制動されると、実際の車速と上記の仮りの値との偏差が益々大きくなり、情報基本位置が益々疑わしくなる。もはや許容されない車速が検出されると、システムは、完璧な運転のために必要な、個々のスリップに関する情報を失い、コントロールの内容が低下する。この問題は、軸が駆動されるときに、ブレーキスリップコントロールシステムと同様に駆動スリップコントロールシステムにも存在する。

十分に短い時間間隔で少なくとも1個の車輪がほとんどトルクを発生せず、それによってこの車輪の周速が車速とほぼ同じであると（律動的な制動）、この問題を克服することができる。トルクのない時間インターバルは短ければ短いほど、当該の車輪の慣性モーメントは小さい。しかし、乗用車分野では最近、タイヤやリムの幅が広く、制動が強力で、駆動リンクが強いので、リムのために軽金属を使用するにもかかわらず、車輪の慣性モーメントは減少していない。モーメントが生じない間、制動力または加速力が無駄になることは避けられない。

限界を超えたスリップを識別するために、前述の回転速度の比較のほかに、1個の車輪において、付加的にまたは代替的に、回転加速度の比較が知られている。1方の車輪の回転加速度が他方の車輪の回転加速度を超えると、これはロックまたはスピニングが始まったと解釈され、この車輪の制動トルクまたは駆動トルクが小さな値に低下させられる。

この測定方法の場合にも、例えば油たまりが局所的に発生した際、すべての車輪は、延在の摩擦係数にとって大きすぎる回転加速を受けると、問題が生じる。回転加速度が $\mu = 1$ のときでさえも達しないように値まで増大すると、妥当性チェックを有する付加的なプログラムループも補助しつづけない。

更に、氷、雪または砂利のような若干の車道被覆層の場合、従来は良好にスリップコントロールできないことが知られている。すなわち、その場合のスリップ曲線は、図1に示したゴム-アスファルトのスリップ曲線と大きく異なる。適切

なスリップ曲線を正確に認識すると、コントロールを改善することができる。これは車道被覆層の認識を超えて、スリップコントロール装置のコントロール状態を車道被覆層に適合させることを可能にする。

要約すると、公知のスリップコントロールシステムの問題は、スリップのコントロールが、スリップ状態で測定したデータに基づいていることにある。本発明の第1の課題は、スリップ状態の測定量の依存性を少なくとも減らすこと、特に全部克服することである。

ほとんど摩擦によって運転される車両はタイヤを使用する。このタイヤの慣性および最適な摩擦値は、圧縮空気の充填によってのみ達成される。タイヤ空気圧が車輪荷重に依存する値以下に低下すると安全性が損なわれる。従って、空気圧をチェックする多くのシステムが既に提案されている。このシステムはすべて、測定すべき量、すなわち、空気圧が回転する車輪内で生じるという問題がある。しかし、この測定値は回転しないシステムで例えばダッシュボードに表示するために使用される。

これに応じて、すべての空気圧チェック装置は二つのグループに分類することができる。

第1のグループでは、タイヤ内室がリムやハブを貫通する通路を経て、擦過するシールによって回転しないナックルに接続し、そこからホース等を経て回転しないマノメータに接続している。このようなシステムは、本来の測定のほかに、場合によって認識されるエラーの除去も可能にする。回転しないように配置されたコンプレッサは、圧縮空気をタイヤ内室に逆方向に供給することができる。このグループのすべてのシステムの欠点は、圧力下にある擦過シールの寿命が制限され、漏洩流れが比較的に多いということにある。この漏洩流れはコンプレッサの使用を可能にするだけでなく、ほとんどの用途にとって必要である。しかし、そのために、重量が付加的に重くなり、エネルギー消費が増大し、購入価格が高くなる。

第2のグループでは、マノメータが回転する車輪に配置され、それによって測定されたデータが回転しない評価ユニットに供給される。このデータの伝送はスリップリングを介してまたは無線接触部を介して行われる。あらゆる場合、その

ためのコストが高くつく。スリップリングは摩擦抵抗を高め、寿命を制限する摩擦を生じる。無線送信器は回転する車輪へのエネルギー供給あるいは回転する車輪にエネルギー源、例えばバッテリーを必要とする。

従って、本発明の第2の課題は、充分な空気圧の存在を簡単かつ確実に検査することである。

第1の課題は請求項1に従い、その上位概念から出発して、タイヤに作用する縦方向力を測定し、この縦方向力をコントロールシステムに入力することによって解決される。縦方向力の検出は、車速の必要な測定時の前述のすべての問題と共に、従来のように横座標、すなわち実際のスリップ値からだけでなく、縦座標からも、スリップ曲線内での実際の位置を測定することができる。というのは、車輪荷重によって割算された測定されたタイヤ縦方向力が、その時の摩擦値 $\mu$ 、すなわちスリップの縦座標を生じるからである。

縦座標、要求される $\mu$ を決定する精度は、縦方向力の測定精度だけでなく、車輪荷重の認識の精度にも依存する。従って、特に請求項2では、各々の車輪の車輪荷重が測定される。これは、ナックルと軸受内側リングの間の圧電式クリスタルリングによって普遍的に行うことができる。この圧電式クリスタルリングは車両垂直方向の変形を検出する。横方向スタビライザを持たない軸では、車輪荷重をばね要素できわめて簡単に測定することができる。市販のスチールらせん体やねじり棒ばねの場合には、例えば抵抗線ストレインゲージによって測定することができる。空気ばねの場合にはそれぞれの空気圧を測定することによって測定することができる。しかし、ばね要素の測定は、横方向スタビライザを備えた軸の場合にも可能である。この場合、横方向スタビライザの車輪荷重貢献値が測定され、同じ軸の一方の側で加算され、他方の側で減算される。

新たに提案された縦方向力の測定は同様に、ナックルと軸受内側リングの間の、場合によっては他の圧電式クリスタルリングによって行うことができる。このクリスタルリングは水平方向の変形を検出する。

更に、車輪個々の縦方向力測定は、縦アームの接続個所の軸受反力を測定することによってあるいは縦アームに抵抗線ストレインゲージを取付けることによって可能である。三角形横方向アーム（Aアーム）を備えた軸では、例えばほぼ車

両軸線方向に生じる両反力を測定することができる。この測定は特に、少なくとも横方向アームの車体側のピンとそれに所属する環、すなわち軸受外側リングと  
の間の圧電式クリスタルリングによって測定することができる。三角形横方向ア  
ームの軸方向長さとの積算し、三角形横方向アームの車体側の両懸吊部の車両縦方  
向の間隔によって割算すると、少なくとも特に重要なほぼ零の車輪操舵角度のと  
きに、同様に縦方向力が生じる。

縦方向力の測定と車輪荷重の測定は非常に正確にかつ確実に行うことができ、  
寿命が長い。なぜなら、必要なすべての測定値が、あらゆる場合最終的に、揺動  
運動を行うが回転しない部品から得られるからである。縦方向力の測定は特に車  
輪荷重と組み合わせて、その都度要求される摩擦係数 $\mu$ を正確に確定することが  
できる。

提案したスリップ曲線での位置測定に対して、スリップに対して $\mu$ の関数だけ  
が一義的であり、逆の関数、すなわち $\mu$ に対するスリップはほとんどの値の範囲  
において両義的である、すなわちほとんどの $\mu$ 値について下側限界スリップと上  
側限界スリップがあるとい異論があるかもしれない。しかし、このような異論は  
多くの理由から当を得ていない。第1に、公知のスリップコントロールシステム  
も、少なくとも1個の車輪が下側限界の範囲内にあるときにのみ確実に作動し、  
この範囲では逆の関数は一義的である。

第2に、すべての車輪荷重の合計から、車両全体の質量を非常に正確に推論す  
ることができ、測定されたすべての縦方向力の合計を車両全体の質量で割算する  
ことにより、実際の車両加速度がきわめて正確に生じる。これから出発して、特  
にすべての車輪のスリップのない回転加速度が算出される。この情報は多くの可  
能性を開放する。特に、

a) この新しい方法は公知の方法と組み合わせられ、長く中止されていた制動や  
全輪加速の場合でも、実際の車輪回転加速度の信頼性チェックを改善することが  
できる。

b) 普通の回転速度検出を維持し、それから回転加速度を算出すると、測定され  
た車輪加速度が車両加速度によって決まる車輪加速度に少なくともほぼ一致する  
ように、ブレーキトルクと駆動トルクが制御される。

第3に、運転者によって先ず最初に選択されたブレーキ管路圧力に振動を重ね合わせる事が推奨される。これは、スリップ曲線の限界点を除いて、各々の車輪縦方向力の周期的な変動時に抑止しなければならない。限界以下の範囲とも呼ばれる安定した範囲では、ブレーキ管路圧力の上昇は、特に定めることが可能な短い後の縦方向力の増大をもたらし、一方、限界以上の範囲とも呼ばれる不安定範囲では、逆の回転が当てはまるか、若干の道路被覆層の場合には相互関係はもはや認められない。その際、ブレーキ管路圧力変化の振幅は、最大の制動モーメントに一致するブレーキ管路圧力に対する比で、非常に小さく、特に3～6%に選択することができる。これによって生じたブレーキ管路損失は律動的な制動による従来のシステムの場合よりもはるかに小さくなる。

更に、従来のスリップコントロールシステムと組み合わせて、両方法のデータ比較によって、適用されたスリップ曲線を実際の状態に迅速に自動適合させることができる。例えば慣用のスリップコントロールシステムが9%のスリップをコントロールし(約 $0.85\mu$ を達成することを期待して)、そして縦方向力測定が例えば $0.3\mu$ を示すと、他のスリップ曲線に基づかなければならないことが認識される。評価ユニットに多数のスリップ曲線を格納し、このような場合が発生すると各々の車輪に最も適合するスリップ曲線を自動的に選択することができるようにすることができる。しかし、従来知られているスリップコントロールシステムと組み合わせて、車輪回転数測定に関して、スリップと $\mu$ の対の特性値を適切に測定することにより、各々車輪について個別的に、適用されるスリップ曲線を連続して動作させることができる。

請求項1、4の記載は要約すると、提案された縦方向力の測定を可能にし、特に車輪荷重測定と組み合わせて、従来の車輪回転数測定と組み合わせてまたはその代わりに、安全性にとってきわめて重要な極端な走行状況で安全なコントロール状態を可能にする。

本発明者は更に、縦方向力が車輪懸架装置のインターフェースでだけでなく、それぞれのタイヤの変形からも測定できることを知った。なぜなら、特に空気タイヤをばね要素として考慮することができるからである。すなわち、発生する変形は車輪懸架装置の要素の変形よりも大きい。従って基本的にはきわめて良好な

測定精度が得られる。

本発明者はこの新しい認識に基づいて、作用する縦方向力をタイヤからできるだけ直接的に測定する方法を提供するという他の課題を設定した。

タイヤの測定場所は、きわめて短い遅延でもって摩擦係数 $\mu$ を検出することができるので魅力的に思われる。これは特にすばやいコントロールを可能する。コントロールが迅速であればあるほど（車輪慣性モーメントが大きければ大きいほど）、それ自体不安定なスリップ範囲を支配することができ、コントロールによって得られるスリップの時間的な平均値を、限界スリップと一致させることができ、従来のように、“不安間隔”を保つ必要がない。この不安間隔は、理想の道路での測定可能な長い制動距離においてスリップコントロールシステムによって抑制される。

請求項5では、車輪に作用する縦方向力が車輪の半径方向内側の範囲とこの車輪に属するタイヤの半径方向外側の範囲の間において少なくとも一つの回転しない位置で、タイヤのねじれ変形から算出される。このねじれ変形は測定機構を含む、回転軸線に対して垂直な平面の位置に依存する。請求項28では、検出された縦方向力がスリップコントロール法で、できるだけ大きな正のおよびまたは負の車両の加速を可能にするために使用される。その際、請求項29に従い、請求項8の後で説明された特徴が使用される。

タイヤの測定場所は今までは耐えられないと思われた。なぜなら、走行装置部分と異なり、回転するからである。すなわち、データを長い運転時間にわたって間違わないように確実にかつ低コストで、回転しない評価ユニット、表示ユニットおよび場合によっては介入ユニットに伝えることに問題があったからである。しかし、次に説明するように、“タイヤの回転中”所定の種類の変形の検出はこの問題とは関係なく可能である。

局所的なねじれ変形が1か所でのみ測定されるとき（これは縦方向力の測定にとって充分である）、これは回転軸線の上方の車両の垂直な位置であるべきである。この位置は以下において0°と呼ぶ。局所的なねじれ変形のために、この出願の範囲では、タイヤ歪みの概念も適用される。

この測定原理を説明するために先ず最初に単純化して、摩擦力の発生のために

必要な垂直方向力が狭い輪郭の踏面（＝足跡）でのみ発生しないで（これは事実一致する）、走行面全体に分配されると仮定する。そして、走行面は丸くない形に変形するかまたはどこかで偏心して生じることがない。それにもかかわらず、タイヤ踏面とタイヤビードの間にねじれが生じる（正確に言うと、リムと車輪ハブの間のねじれであり、このねじれは金属の大きな強度に基づいて非常に小さい）。この作用は、今日一般的な空気タイヤの構造の場合、すなわちねじれ易いラジアルカーカースと引張り力と押圧力に対して強いベルト層（ブレーカ層）のセットを有するタイヤの場合、顕著である。

ねじれ角度はねじれを生じるトルクによって単調に正確に増大する。この関係は驚くほど直線的な比例に近い。

第2の課題によれば、補足すると、空気圧が充分であることがチェックされる。本発明者は、そのために空気圧の測定に余計なコストがかかることを知った。

標準的な荷重のための運転ハンドブックに記載されている空気圧よりも幾分低い空気圧は、極端に小さな荷重の場合には有害ではない。逆に、極端に大きな荷重の場合には、標準空気圧は低すぎ、その結果タイヤ撓曲作用が大きくなり、従ってタイヤが強く加熱され、ポリマーの低級化が生じる。空気圧だけのチェックは車輪荷重に対する必要な空気圧の関係を考慮することができない。

本発明者は、空気タイヤ付車輪の安全な運転を監視するために、回転あたりの撓曲を良好に検出すべきであるということを知った。これはほとんど、タイヤの撓み、踏面長さおよびタイヤ空気圧に対する車輪荷重の比（以下荷重－圧力－比という）に比例する。

第2の課題を解決するために、請求項6に従って、回転あたりの撓曲作業に比例する量を検出することが提案される。これは、この量、すなわちタイヤの撓みあるいは踏面長さあるいは荷重－圧力－比が、車輪の半径方向内側範囲とタイヤの半径方向外側範囲との間の、位置に依存するタイヤのねじれ変形から、少なくとも2つの回転しない位置で測定されることによって行われる。その際特に、約180°の位置は回避される。位置の対は0°と90°、90°と270°および270°と0°が有利である。データ処理は次に説明するようにきわめて簡単である。

第11頁の第1と第2段落に記載した、車輪荷重なしに縦方向力を伝達する思想から出発して、踏面だけでの垂直力の実的な導入について再び説明する。

半径方向外側と半径方向内側のタイヤ範囲の間のねじれは制動トルクまたは駆動トルクによって発生し、不均一に分解された車輪荷重作用に基づいて変形と重ね合わされることが明らかである。説明を簡単にするために、第2の試みをする。すなわち、縦方向力なしの車輪荷重導入である（これは実的なである、すなわち制動または駆動しない転動の場合である）。

タイヤ踏面の車輪荷重作用は、踏面の踏面を偏平にするだけでなく、特に引張りや押圧力に強い組み合わせられたベルト層と協働して、タイヤの残りの外周で踏面変形を生じることになる。踏面始端部と終端部の小さな範囲と踏面自体は別として、残りの踏面範囲はほぼその円形形状を維持する。しかし、車輪荷重にはほぼ比例する小さな量だけ回転軸線に対して偏心して上方へ移動する。この変形成分は $0^\circ$ 位置で純粋な“引張り”として発生する。すなわち、回転軸線から測定した半径が大きくなる方へ変形が生じる。 $180^\circ$ の位置では、純粋な圧力として、 $90^\circ$ の位置と $270^\circ$ の位置では周方向への移動として生じる。この移動は局所的なねじれと区別できなくてもよい。しかし、車輪荷重なしのトルクに基づいてねじれの量と方向は全周にわたって均一に生じるが、トルクなしの車輪荷重に基づいてねじれは正弦振動のように生じる。 $0^\circ$ 位置（引張り）では0になり（従って測定時に一つの位置でのみこの位置から作用するトルクまたは縦方向力を推定することができる）、 $90^\circ$ の位置では符号の調和に応じて正または負の最大値が生じ、 $180^\circ$ の位置（押圧）では再び0になり（しかしここでは縁石の角等によって損傷する恐れがある）、そして $270^\circ$ の位置では $90^\circ$ の位置と同じ大きさの最大値になるが符号が逆である。

$90^\circ$ と $270^\circ$ の位置の組み合わせが特に有利である。なぜなら、撓曲作業に比例する量が両測定値の差であり、（これはほぼ同じ大きさの2つの値の合計になる。なぜなら、両測定値の一方が負の符号を有するからである）、全体の信号が不可避の測定エラーと比較してきわめて大きいからである。

異なる量、すなわち車輪荷重と、撓曲作業に比例する量とは、異なる位置で良好に区別可能な局所的なねじれ変形を生じる。この量は、線形的な重ね合わせの



コントロールをきわめて良好に満足する。上記の $90^{\circ}/270^{\circ}$ の位置の組み合わせでは、縦方向力が両測定値の合計から、そして撓曲作業に比例する量が差から生じる。

$0^{\circ}/180^{\circ}$ の組み合わせを除いて、他のあらゆる位置組み合わせが可能である。この組み合わせは、縦方向力および撓曲作業に比例する量を認識するために、上記の正弦状の角度関係を評価ユニットにプログラミングすることによって可能である。特に、請求項7に従い、二つの位置でのねじれ測定を行う方法は、縦方向力と撓曲作業に比例する量の二つの量の一つの測定のためだけでなく、両方の量を測定するために役立つ。

多くの位置で測定すると、それによって生じる、所望の量を測定するための冗長性をいろいろな方法で利用することができる。これは故障の確率を低下させるだけでなく、冗長性がなくなるほど多くのセンサが故障しない限り、いろいろな方法で測定された、同じ量に関する結果を平均化することができるので、結果の精度が一層高まる。更に、いろいろな方法で検出された結果の予め選択された差を上回ってから、同じ量について、計器盤で機能故障の警告表示をすることが重要である。

今までの実施形は、縦方向力の測定のためおよびその都度必要な空気圧の監視のために、局所的なタイヤねじれの測定が適していることを示している。特に、このような測定方法は二つの課題を同時に満たすことができるという利点がある。

ねじれ変形の量は例えば、周方向に延びる面内での剪断応力の測定に基づいて測定することができる。勿論、これに応答するセンサは配置が困難である。更に、比較的弱い測定信号を回転する車輪の抵抗線ストレインゲージから回転しない評価ユニット、表示ユニットあるいは介入ユニットに伝えることは複雑である。

そこで、本発明者は、小さなコストで十分に正確に測定し、その測定値が回転しないユニットに容易にかつ確実にもたらされるような物理量によってねじれ変形を表すという課題を設定した。

この課題は、上述の方法の請求項8による実施形によって、すなわちねじれ変

形が1つまたは複数の時間測定によって算定され、この場合測定すべき時間が、回転軸線を中心とした異なる半径上に設けられた回転する車輪の少なくとも2個

のマークが回転軸線を中心とした、マークと同じ半径上に回転しないよう設けられた少なくとも2個のセンサの傍らを通過する間の時間であり、その際マークのうち少なくとも半径方向外側のマークがタイヤの半径方向外側範囲に設けられていることによって解決される。

それに適した装置は請求項34に詳細に記載されている。

半径方向内側のセンサは十分に半径方向内側に配置することができ、ナックルの円筒外周面またはつば（溝に対して隆起した部分）に設けると有利である。これと協働するマークは、例えばシールリングに統合して、ハブ内またはハブ上に設けられている。

勿論、半径方向外側のマークに対して充分な半径方向間隔が存在する場合には、半径方向内側のマークを更に半径方向外側に、例えば車両内側のリムフランジの近くに配置することができる。というのは、測定信号が大きければ大きいほど、半径方向線が通る点の半径方向間隔が大きくなるからである。この点の相互の位相位置が本発明に従って検出される。しかし、軸線を中心とした、センサと協働するマークと回転同じ半径上にセンサを配置することが重要である。

若干の車輪懸架装置の場合には、簡単にするために、半径方向外側のセンサを車輪懸架装置のトランスバースリンク（横アーム）に配置することが推奨される。

測定原理は、正の加速の際に、半径方向内側にもけたマークがそのセンサの傍らを通過する時点と比較して、良好に測定可能な時間差 $\Delta t$ だけ遅れて、半径方向外側に配置されたマークがそれと協働するセンサを通過することに基づいている。これに対して、負の加速、すなわち制動の際、外側のマークが付設のセンサを早く通過する。逆に言えば、内側のマークが遅く通過する。

図3a～3dに基づいて、簡単な場合を例にして説明する。この場合、小さな正方形で示した一対のセンサ4、5が0°位置に固定配置されている。すなわち、センサは回転軸線の上方の車両垂直な半径方向線上に配置されている。小さな

円で示した、センサと協働する2個のマーク2、3は回転する車輪において互いに異なる半径 $R_2$ 、 $R_3$ 上に設けられている。

この例の場合、両マークは共通の半径上に設けられておらず（軸線を通る平面は“位相平面”とも呼ばれる）、角度差 $D$ だけ互いにずれている。この角度差は

この例では $30^\circ = \pi/6$ である。回転数 $n$ が一定で $n = 1/T$ であるとき（この $T$ は周期時間、すなわち車輪1回転あたりの時間である）、先行するマーク2がセンサ4のそばを通過する時点（図3b参照）と、マーク3がセンサ5を通過する時点（図3c参照）の間の時間は一般的に、

$$t_{2,3} = T \times D / 2\pi, \text{ すなわちここでは } T/12 \text{ に等しい。}$$

例えば負の加速度、すなわち作用する制動トルクによって、内側のマーク2が回転軸線 $RA$ 周りに回転方向に対して後方へ角度 $\alpha$ だけずれていると、時間 $t_{2,3}$ が次の量だけ延長することになる。

$$\Delta t_{2,3} = T \times \alpha / 2\pi = \alpha (2\pi - n)$$

すなわち、この例では、時間測定の結果の変動は局所的なねじれ角度 $\alpha$ に関連している。

局所的なねじれ角度 $\alpha$ がこの例で示した $30^\circ$ のインターバルにわたって幾分変化することを考慮するとき（これは上記の撓曲作業の量を測定するために最も重要である）、時間測定の開始と終了の間の $15^\circ$ の位置で、時間 $t_{2,3}$ の測定すべき変動はねじれ角度 $\alpha$ 自体に関連しないで、その平均値に線形に関連している。すなわち、 $0^\circ$ の位置でのねじれ変形に対する最適な相互関係を望む場合には、例のそのほかは変えないで、両センサの共通の位相平面を $15^\circ$ だけ傾けることが有利である。今まで十分に試験した装置は勿論、 $3^\circ$ のマーク角度差で充分であるので（実際の状態は具体的に図示できない）、この精度を考慮しなくても、得られた測定結果はきわめて正確である。

請求項5～7の記載のように、ねじれ角度 $\alpha$ は、選択された回転しない測定位置に依存して、測定すべき縦方向力または撓曲作業に依存する量と相関している。それによって、1つまたは二つの量を測定するために、どのような方法が時間測定に適しているかが判る。必要な装置についても、専門家が方法実施を簡単に

するために適した装置を構成できるように記載してある。時間を計る回路は技術水準においても、慣用のスリップコントロールシステムでも知られている。

技術水準や慣用の慣用のスリップコントロールシステムとの重要な違いは、請求項34の本発明による装置が、センサに対応する半径方向内側のマークを備えているだけでなく、少なくとも1個の半径方向外側のセンサを備えていることにある。

この場合、半径方向外側のマークと半径方向内側のマークの間には、ねじれ易い部品、特にタイヤ側壁の少なくとも一部が配置されている。

慣用のシステムに対して、困難な条件でも高い信頼性があるという利点がある。回転する車輪の変形または変形応力を測定する装置と比べて、回転しない車輪において最初から測定データを感知することができる、すなわち、回転するシステムから回転しない下位システムへのデータ伝送が故障なくおよびまたはコストを多くかけずに可能であるという利点がある。この観点から、慣用のスリップコントロールシステムと類似している。

この方法の他の利点は、応力測定、角度測定または長さ測定と比べて、時間測定が精度、寿命および信頼性と購入コストとの間のきわめて良好な関係を有することである。

作用の説明のために、既に示した次式、

$$\Delta t_{2,3} = T \times \alpha / 2\pi i = \alpha (2\pi i - n)$$

が $\alpha$ で分解される。そのとき、

$$\alpha = (2\pi i / T) \times \Delta t_{2,3} \quad \text{あるいは}$$

$$\alpha = 2\pi i - n \times \Delta t_{2,3}$$

である。

縦方向力と撓曲作業に左右される量について、請求項27に従って厳密に解釈すると、これは、その他の点ではきわめて単調である校正関数を評価ユニットに格納して使用することである。しかし、最初の試験によって、簡単な比例係数によって、線形の校正関数に対応して、驚くほど高い測定精度が達成されることが判った。一般的にはやや累進的である校正関数を、一層正確に検出し、使用する際には、これは専門家にとってよく知られた簡単な作業である。

上記の説明は要約すると請求項 9 に従って次の点が重要である。すなわち、

- a) 車輪のタイヤの半径方向外側の範囲において、タイヤに設けた 1 個または複数のマークが回転しない少なくとも 1 個の外側のセンサの傍らを通過する時点（以下、外側の時点という）が記録され、
- b) 車輪の半径方向内側の範囲において、車輪、例えばタイヤビード範囲、リムまたは好ましくはホイールハブに設けた 1 個または複数のマークが回転しない

少なくとも 1 個の内側のセンサの傍らを通過する時点（以下、内側の時点という）が記録され、

- c) 外側の時点と内側の時点の間の時間が測定および評価され、
- d) 評価が、測定すべき周期時間による、c) に従って測定された時間の割算を含み、この場合周期時間が車輪 1 回転の時間またはこの時間の所定の一部分であることが重要である。

その際、請求項 1 0 に従って、内側のマークが内側センサの傍らを通過することによって、特に電子式ストップウォッチを用いて時間測定が開始され、外側のマークが外側のセンサの傍らを通過することによって前記時間測定が停止される。しかし、請求項 1 1 に従って、それとは逆に、外側のマークが外側センサの傍らを通過することによって、特に電子式ストップウォッチを用いて時間測定が開始され、内側のマークが内側のセンサの傍らを通過することによって前記時間測定が停止される。

時間測定を停止する通過は小さなエラー確率を有するようにすべきである。というのは、この確率が間違って大きな時間測定結果を最低限に抑えるからである。すなわち、このようなエラーの場合には、エラーを含む測定信号を供給するのではなく、測定信号を供給しない。これはエラーの識別を容易にし、間違った判断を回避する。

ホイールハブの範囲、特に良好に保護されるホイールハブ自体に内側のマークとセンサを配置すると、今までの経験から、エラーの確率がきわめて小さくなる。従って、このような配置構造の場合には、請求項 1 1 に従って、停止機能は内側に位置する。しかし、内側のマークとセンサがリムフランジの範囲に配置され

ていると、その機能は外側のマークとセンサの協働作用よりも幾分大きなエラーを生じる（例えば緑石の角に乗り上げることによってリムフランジが損傷するとき）。従って、ここでは、請求項10に従って機能を分配することが推奨される。

既に述べたように、対のマークの間の角度差は本出願では“D”と呼ばれる。図3の例ではDは30°である。しかし、センサ対のセンサの位相平面の間の角度差も考えられる。この角度差は本出願では“d”と呼ばれる。この角度dは図3において、説明を簡単にするために、零にセットしてある。しかし、本発明に

よる装置のコストを下げるために、必要なセンサが既存の車輪懸架装置部品に配置されるので、このセンサ対の角度差は往々にして0°ではない。第21頁の第2の段落の終わりに記載した式

$$t_{2.3} = T \times D / 2 \pi$$

は $d \neq 0$ のために次のように普遍化することができる。

$$t_{2.3} = T \times (D - d) / 2 \pi$$

第22頁の第2段落で既に、Dとdが0にきわめて近いとき、極端な場合には0であるときに、測定精度がきわめて高いと述べた。この場合、 $(D - d) = 0$ であるので、トルクがない場合、測定すべき時間 $t_{2.3}$ は0に等しい。外側のマーク2が時間測定を開始し、内側のマークが英姿すると、センサ対が0°の位置の場合、制動に関して、 $\Delta t_{2.3}$ に等しい時間 $t_{2.3}$ は制動トルクの大きさをひいては縦方向力にほとんど比例して測定される。最大負荷の場合約1°である。

これに対して、正の加速の場合、ほとんど完全な周期時間Tが記載される。約360倍も大きな非常に長い周期時間と比較して、Tに対する差はほとんど零に近くなるので、このような測定結果は駆動スリップのコントロールには適していない。この場合、更に方向の記載（+または-）がないので、更に対策を講じないと、充分な縦方向力が認識されず、法外に大きな遅れる縦方向力が間違って認識される。走行方向に見て前方の車輪半部で、例えば270°の位置で、撓曲作業に依存する量を測定するためにねじれ変形が検出されると、同じ問題が生じる。

従って、本発明は、ねじれ変形が両回転方向で時間測定によって正確に認識できるように、上記の方法と装置を改良することである。

そのために、請求項12、13では、2つの代替的な解決策が記載されている。

請求項12の解決策は、マーク2、3の通過時点の間の時間と、マーク3、2の通過時点の間の時間が測定され、測定された両時間のうち、一方に正の符号が付けられ、他方に負の符号が付けられ、両時間のうち、小さな値の時間が使用される。これによって、上記の例の問題の場合、 $35.9^\circ$ のねじれ変形ではなく、 $-1^\circ$ のねじれ変形が検出される。

符号の決定は逆でもよい。重要なことは、測定すべき量の方向の変化に、測定結果の方向の変化を一致させることである。

この方法の実施形の利点は、 $D-d$ を零に設定してもよく、特に $D=0$ そして $d=0$ でもよいことである。これによって、できるだけ大きな測定精度が達成される。更に、符号をつけた測定結果はきわめて容易に解釈可能である。勿論、測定コストは次に説明する請求項13の方法実施形のコストの2倍である。

請求項13の方法の実施形は、検出された時間変化を示し、 $1^\circ$ のオーダーである最大ねじれ角度が、全体の角度と比較して小さいということを利用している。要約すると、十分に大きなオフセットがマークとセンサの配置によって例えば $2^\circ$ に調節されるので、すべての状況で、測定された時間変化が符号の変化から解放され、上記の例では $1^\circ$ と $3^\circ$ の間にある。 $1^\circ$ は例えば最大制動作用の縦方向力に属し、 $1.5^\circ$ は普通の制動作用の縦方向力に属し、 $2^\circ$ は縦方向力のない状態であり、 $2.5^\circ$ は普通の前進力に属し、 $3^\circ$ は最大前進力に属する。内側のマークと外側のマークからなる対のマークの角度差( $D$ )は、一方のマークの位相平面と他方のマークの位相平面の間の角度として定義され、一方のマークの位相平面が車輪軸線を含む平面として定義され、この平面内でそれぞれのマークが車輪に設けられている。内側のセンサと外側のセンサからなる対のセンサが角度差( $d$ )は、一方のセンサの位置平面と他方のセンサの位置平面の間の角度として定義され、一方のセンサの位置平面は車輪軸線を含む平面として定義さ

れ、この平面内でそれぞれのセンサが回転しないよう配置されている。

これから出発して、この方法実施形は、異なる符号の時間を回避するために、対のマークの角度差（D）が少なくとも、車輪の最大負荷時の外側範囲と内側範囲の間のねじれ角と同じくらい、対のセンサの角度差（d）と異なっており、前記の対のマークのうち、所定の一方のマーク、すなわち内側のマークまたは外側のマークだけが時間測定を開始し、他方のマーク、外側のマークまたは内側のマークが時間測定を停止することを特徴とする。その際、特に請求項14または15に従って、両角度差の一方（Dまたはd）が零にセットされる。

原理的には1対だけのマークを監視すべき車輪に配置するとで充分である。マークがタイヤまたは車輪に特別に取付けなければならない場合、この下側の極値はコストが最小であるという利点がある。その際勿論、時間に関する分解能は比較的に悪くなる。従って、このような採寸は恐らくきわめて高い回転数で回転する

車輪のために推奨される。例えば約350 km/hのスタート速度の戦闘機の比較的に小さな車輪の走行装置のために推奨される。

検出された縦方向力およびまたは1回転あたりの撓曲作業（タイヤの撓みまたは路面長さまたは荷重－圧力－比）を良好に解明するために、請求項16記載の方法の実施形が適用される。この実施形では、多数のマーク対が車輪に配置されている。特に、各々のセンサ対は車輪回転あたり多数の変化する時間を測定する。この時間は内側と外側のマークからなる各々の対の両マークの通過時点の間の時間である。

一方の負荷極値から他方の負荷極値までの測定すべき角度が約2°であるということを鑑みて、混同（すなわち、対のマークが隣の対のマークとして誤って解釈されること）を簡単に回避するために、180個のマーク対のために上限が維持される。一層混同をしないようにするために、両端でそれぞれ0.5°の安全間隔を維持することが推奨される。すなわち、各々の対のマークのために3°空けてある。従って、マーク対の数を決めるための特に推奨される上限は約120である。

多数のこの測定値の処理は、請求項17に従って各々の対のマークが同じ角度



差を有するときに、簡単になる。(そのために、すべてのマークを同じ外周に分配配置することができる。両マーク群れの一方に不均一に配置する場合、他方のマーク群れは請求項18または43に従って同じ不均一性を有するので、各々のマーク対内の位相関係は同じである。両変形例は装置請求項42の対象である)。勿論、これは必要な条件ではない。

例えばコストを抑制するためあるいは信頼性を高めるために、外側範囲においてタイヤに後でマークを取付けることをあきらめるべきときには、大量用途のために、装置請求項38の教えの実施形に従って、特に規則的な周方向間隔において、車両の軸方向内側に向いている少なくともタイヤ側Iで、ベルト層の若干のワイヤ端部が延長し、“外へ出る”このワイヤ端部は、請求項37に従って磁束密度の変化に応答するセンサによって、確実に検出可能である。

請求項18または43のよる不均一なマーク対分配の場合には、各々の測定値について、車輪の回転位置を正確に認識できるという利点がある。これは例えば

更に、車輪のいびつまたはアンバランスを正確に検出することができる。更に、これは方法に適した装置を製作を非常に簡単にする。

ほとんどの車両タイヤはトレッド成形部に横方向溝を備えている。しばしば“サイド飾り模様”と呼ばれるトレッド成形部の縁範囲は(普通の走行運転では地面に接触せず、縁石の角に斜めに当たるときにのみ接触する)、エッジ登り能力を改善するために、同様に横方向溝、すなわち周方向に延びる溝を備えている。この溝は様式的な結論や所望されるタイヤの幅広の外観の理由から、普通の走行運転で地面に接触する接地面の主領域の横溝と同列に並んでいる。その結果、サイド飾り模様の横方向溝はほとんどが均一に分配されていないで、騒音上の理由から使用される接地面の主領域のピッチ順序に相応して設けられている。

特に、例えば光学的な信号を認識し、観察される対象物の光反射の変化に応答する、外側のマークのためのセンサと協働して、請求項39に従って、サイド飾り模様の横溝が外側のマーク(2)として使用可能である。すなわち、タイヤの付加的な部品を必要としない。

勿論、これは、サイド飾り模様ではなく、接地面の主領域のどこかに、特に光

学的に感知可能な横方向溝列が設けられているときにも行うことができる。その場合、外側センサのタイヤ近くの取付けは、以下“外側のセンサ支持体”と呼ぶ、ナックルとセンサの間の連結部分が長いので、コストがかかる。更に、センサ支持体は重く、振動しやすい。

請求項18または43に従って、マーク対を不均一に分配するにもかかわらず、各々のマーク対の中の角度差が等しいときには、両マーク軌道（マーク群れとも呼ばれる）は、内側のマーク軌道が外側マーク軌道と同じ不均一性を有するよう、互いに調和しなければならない。所定の車両のための種類のタイヤ内に多数の異なるピッチ順序があるので、このような場合、外側のマーク軌道だけでなく内側のマーク軌道も、タイヤに取付けることが有効である。この内側のマーク軌道は特にビード範囲に取付けられる。なぜなら、調和のために役立ち、車両メーカーとタイヤメーカーの複雑な連絡が回避されるからである。

勿論、これにより、タイヤの価格が高くなる。従って、内側のマークのために、既存の車両部品を用いると有利である。慣用のすべてのスリップコントロールシ

ステムの場合、各々の車輪に極ホイールが設けられている。この極ホイールは、均一に分配された多数の極を有する。すべてのマーク対の不変の角度差を提供しながら、走行面プロフィール、特にサイド飾り模様の（少なくとも不均一に分配された）横方向溝を外側マークとして使用し、既存の極ホイールの（均一に分配された）極を内側マークとして使用することができる。

勿論、そのために、評価ユニットは多くの記憶容量および計算容量を備えていなければならない。請求項40、45に従って、例えばスタティックな計算プログラムによってあるいは従来のスリップコントロールシステムのデータと比較することによって、先ず最初にマーク分布を検出するかあるいは入力する。

きわめて多い数のマーク対と、それによって可能な、車両のロール変位を介して縦方向力およびまたは撓曲作業に依存する量の測定の極端に微細な分解能とにより、制動トルクおよびまたは駆動トルク調節の不可避の慣性を鑑みて、速度が低いと車輪直径が非常に大きいときには、一方では正確なスリップコントロール

状態となり、他方では20 km/h以下の速度はほとんど重要でなくなる。というのは、スリップコントロールシステムを使用しないでも、制動距離がこの速度以下では短いからである。従って、乗用車の場合マーク対の数が40個以上のとき、そして貨物自動車の場合80個以上のときには、あまり改善されない。従って、過剰のコストを避けるために、ほとんどの場合車輪に別個に取付ける必要がある内側マークの数を、このオーダーに制限することが有効である。特に、本発明による方法と装置が従来のスリップコントロールシステムに対して代替的でなく補足的に使用されるときには、一般的に歯状に形成された極ホイールの極を内側マークとして使用することができる。極の普通の数、上記と同じオーダーであり、本発明者で24と96個である。

乗用車の検出可能なタイヤ横方向溝の普通数は61～79である。乗用車が44個の極を有する極ホイールを備え、取付けられたタイヤが67個の横方向溝を備えていると仮定すると、スリップコントロール装置の評価ユニットが請求項41に従って、マーク対を形成するために最も適したマークを選択する選択プログラムを備えているときには、タイヤ横方向溝を外側マークとして使用することができる。その際、外側マークの分離、すなわち、多すぎるマーク量を少なくす

ることが重要である。しかし、例外もある。例外の場合には、少ない量から若干のマークを分離することが合目的である。例えば、25個の外側マークと2個の内側マークを評価から分離することができる。このような例外の場合には、極ホイール上に極を不均一に分配することもあり得る。しかし、今までは、このような不均一な分配はおそらくない。

貨物自動車は一般的に大まかである。横方向溝の数、車輪直径が大きいにもかかわらず、35～60個のオーダー、少なくとも約45個である。貨物自動車のためのスリップコントロールシステムは多くの数の極を有する極ホイールを備えている。このような場合、前述と異なり、特に内側のマークが分離される。

内側マークまたは外側マークを分離することは重要ではなく、このあらゆる分離は、請求項13記載のマーク対が形成されるように行われると合目的である。あらゆる負荷の場合、このマーク対の形成により、符号が交替することなく時間

が測定される。

請求項5, 6に関する明細書部分、すなわち第10頁の第5段落から第13頁第5段落までの明細書部分において、どのような回転しない位置あるいは位置の組み合わせにおいて、目標量である縦方向力およびまたは撓曲作業に左右される量に依存してどのような局所的なねじれが生じるかおよびそれとは逆にねじれ角度から測定すべきであるかを既に詳細に説明した。

測定された時間の変化がねじれ角度に製作に比例するので、上述のすべてが、時間変化の測定を行う有利な方法および装置実施形にも当てはまる。従って、両目標両を測定できるようにするために、請求項19, 46では、多数のセンサ対がホイールハブの異なる位置平面内に回転しないように配置されている。この異なるセンサ対がマーク対を通過する度に、この対の先行するマークの通過時点から、この対の後方のマークの通過時点までの時間の測定を行う。その際、請求項20に従って、2つのセンサ対を使用する場合には、 $90^{\circ} / 270^{\circ}$ の位置の組み合わせが有利である。なぜなら、撓曲作業に依存する量の測定時の信号値が大きく、そして評価ユニット内でのデータ処理が簡単で、すばやく、低コストであるからである。更に、請求項21によるこの位置の組み合わせは、縦方向力を正確に、データ技術的に簡単に（加算するだけでよい）測定することができる。

請求項22では、両測定方法が使用される。特に有利な装置は、多数のすべてのセンサを、共通の車両水平直線上で、ナックルに固定されたセンサ支持体に配置することを特徴とする。図6, 7はこのような実施形を示している。

請求項23では、1個のセンサ対を $0^{\circ}$ 位置に、すなわち回転軸線を通る車両鉛直線上に配置し、きわめて小さなエラー確率ときわめて少ないコストでもって、縦方向力を測定することができる。両センサをナックルに固定された上方に延びるセンサ支持体に配置することにより、きわめて高い精度が得られる。このような装置は図4に示してある。

請求項50に従って、外側のマークに反応する、ナックルに固定されたセンサ(10)を、例えば $90^{\circ}$ の位置または $270^{\circ}$ の位置に配置することが好ましい。このセンサはそれとそれを通過するマークの間の軸方向間隔を検出する。タ

イヤ横方向力の測定も可能であり、しかも請求項33に従って、間隔を測定する他のセンサが0°の位置に配置されていると、きわめて正確に測定することができる。横方向力の測定は、フル制動が真っ直ぐな道路でなく、カーブで行われるときに重要である。

真っ直ぐな道路では、このような非常状況で、最大の摩擦係数が減速のために使用される。その際、横方向力を伝達する不可避の能力は非常に小さい。しかし、装置が各々の車輪の横方向力を測定することによって、横方向力伝達能力の必要性の増大を認識することができるときには、装置はコントロールされたスリップを（但し幾分小さくなった縦方向力を伝達して）減らすことができ、この必要性を満足し、車両は操舵可能のままである。たとえ、急に現れた障害物の前で大きな制動能力がアクティブ車両安全性を高めても、安全上の回避能力は、車両安全性を更に高める。障害物が直線上で現れると、操舵能力全体を維持することが不必要な制動距離延長が生じることになる。勿論、横方向力は横方向アームまたは同じように作用する他の部品、例えば貨物自動車の縦に位置する板ばねで測定可能である。

弾性運動しない質量を小さくするために、図4に示した装置と異なり、少なくとも大きな車輪操舵角度が発生する場合には、センサ支持体を車体側に取付けることができる。このような装置は図5に示してある。

図5に示すように、両センサが車体側のセンサ支持体に配置されていると、混同を避けるために、すなわち外側センサの強い弾性運動時に、内側マークの通過を検出しないようにするために、

センサの間の半径方向間隔と両マーク軌道の間の半径方向間隔が、車輪懸架装置の弾性スロートークよりも大きいという他の前提、あるいは一方の軌道のマークの通過が、他の軌道のマークの通過と異なる物理的作用によって認識され、例えば外側マークが光学的に、内側マークが電磁的に検出されるという他の前提が維持される。

更に、外側のセンサだけを車体側に固定し、内側のセンサをナックル側、特にナックルの外周面に固定し、内側の軌道のマークをホイールハブに固定すること

ができる。すなわち、内側のマークと対応するセンサの協働作用は弾性運動しない質量にほとんど寄与せず、内側マークと外側マークの混同は、同じ認識効果を用いたときでさえも回避される。

勿論、個々のセンサ対のいかなる配置構造でも、撓曲作業に依存する量を測定できるとは限らない。そのためには少なくとも2個のセンサ対が必要である。請求項24はセンサ対のための異なる2個の測定位置の組み合わせを示している。この場合、上記の0°位置と前述の90°または270°位置の組み合わせを示している。この有利な位置の組み合わせと、3個すべての特別な位置の組み合わせは、請求項47の対象である。

請求項24の方法変形例では、撓曲作業に比例する量と縦方向力を測定するために、90°/270°位置で発生するような時間差の半部だけが供され、従って測定精度は幾分低下する。しかし、90°の位置または270°の位置でセンサ対が故障したときでも、スリップコントロールにとって重要な縦方向力は常に完璧に測定することができるという利点がある。すなわち、撓曲作業に比例する量の測定だけができない。従って、2個のセンサ対の使用に制限すると、縦方向力が測定されない確率は、0°位置に属する位置の組み合わせによって最小となる。これに対して、90°/270°の位置の組み合わせは、4個のセンサのどれか一つ故障すると、撓曲作業に比例する量の測定だけでなく、縦方向力の測定も無に帰する。

従って、装置が3つのセンサ対を含み、それぞれ0°、90°および270°の位置にあると、信頼性と精度のきわめて良好な組み合わせとなる。このような装置の場合、普通の運転状態では、90°と270°の位置で測定されるような量が評価、特に表示され、およびまたは制動トルクまたは駆動トルクの制御のために使用される。しかし、位置組み合わせ0°/90°と0°/270°の位置の組み合わせでも量が測定され、最初に述べた量と比較される。小さな閾値を超えると、エラーの報告が行われる。更に、評価ユニットは納得のゆかないデータを識別し、それ以降の使用から排除する。このような有利な装置は非常時に、任意のセンサの故障を処理することができる。

請求項30では、撓曲作業に比例する量（それがタイヤの撓みまたは踏面長さまたは荷重－圧力－比として名前を付けられていることは重要ではない）が測定され、それぞれの限界値を上回ってから、空気圧が低下する前に警報が運転者に与えられ、およびまたは達成可能な最高速度が場合によって外気温度およびまたはタイヤの種類に依存して下げられ、過大の撓曲負荷によるタイヤの故障が締め出される。撓曲作業に比例する量の測定が、センサのそばを通過するマークの時間変化の測定によるねじれ変形の決定によって、低コストで、確実でかつ驚くほど正確であるので、第2の課題のこの解決策は、妥当な付加的成本で、かなりの安全性を得ることができる。コスト／使用の比は、厄介なデータ伝送問題を有する、回転するタイヤ内での空気圧測定による公知の解決策の場合よりもはるかに良好である。

既に述べたように、撓曲作業に比例する量、例えばタイヤの撓みは、タイヤ荷重と空気圧の比に比例する。両量の一つである車輪荷重（請求項26参照）または空気圧（請求項25参照）が別個に測定されると、他の量は測定をしないで簡単な計算によって、校正された比例係数によって算出することができる。すなわち、

$$\text{車輪荷重} = \text{荷重－圧力－比} \times \text{空気圧} \quad (\text{請求項25})$$

または

$$\text{空気圧} = \text{車輪荷重} / \text{荷重－圧力－比} \quad (\text{請求項26})。$$

この別個の量である空気圧は勿論、安全性を直接左右するものではない。従っ

て、空気圧は特に請求項49に従って測定されない。しかし、空気圧は良好なサービスである。この理由から、しかも車輪荷重が回転しない部品、例えばストラットで測定可能であるので、この両変形例のうち、請求項26の変形例が有利である。特に車輪個々の車輪荷重測定は、本発明による縦方向力測定と関連してミューのきわめて正確な測定を可能にし、それによって制動トルクまたは駆動トルクをきわめて細かく制御することができる。

タイヤ空気圧がそれ自体公知の方法で測定されると、請求項31に従って、上記の式から算出される車輪荷重のための限界値を上回ってから、車輪荷重が大き

くなりすぎる前にまたは空気圧が小さくなりすぎる前に、警報が運転者に与えられ、およびまたは達成可能な最高速度が場合によって外気温度およびまたはタイヤの種類に依存して下げられ、過大の撓曲負荷によるタイヤの故障が締め出される。これに対して、車輪荷重が公知の方法で測定されると、請求項32に従って、上記の式によって算出されるタイヤ空気圧のための限界値を下回ってから、空気圧が小さくなりすぎる前に、警報が運転者に与えられ、およびまたは達成可能な最高速度が場合によって外気温度およびまたはタイヤの種類に依存して下げられ、過大の撓曲負荷によるタイヤの故障が締め出される。

ねじれ変形を認識するために時間測定を行う本発明による装置は、監視される各々の車輪に、互いにねじれるマークの二つの軌道を必要とする。そのうちの半径方向内側の軌道は、タイヤに配置可能である。タイヤに配置されるときには、できるだけ半径方向内側に配置すべきである。各々のマーク軌道は少なくとも1個、特に多数のマークを備えていなければならない。請求項51では、時間変化によって検出されるねじれストロークをできるだけ大きくし、時間変化自体も大きくするために、タイヤは少なくとも外側のマークを、特にその半径方向外側の範囲に備えていなければならない。

請求項53に従ってタイヤの半径方向内側範囲に内側マークを配置すると、記号論理的な利点がある。特に、請求項58に従ってサイド飾り模様を光学的に検出すると、内側のマーク軌道が外側のマーク軌道と同じピッチ順序に対応することが、容易にかつ確実に達成可能である。これは特に、請求項58に従ってサイド飾り模様が光学的に検出されるときに有効である。なぜなら、請求項55に

従って、マーク角度差が不変であるからである。少なくとも、通過の検出が光学的に行われるときには、マークは請求項59に従って、凹凸の存在によって、対応するセンサの通過時に認識可能である。これは、検出のために音の経路の変化を使用するときにも当てはまる。

次に、若干の図に基づいて本発明を詳しく説明する。

図4は、ステアリングナックルに固定して配置された、0°の位置にあるセンサを備えた、本発明によるマクファーソン式車輪懸架装置の断面図、



図5は、車体に固定して配置された、 $0^{\circ}$ の位置にあるセンサを備えた、本発明によるマクファーソン式車輪懸架装置の断面図、

図6と7は、ステアリングナックルに固定して配置された、 $90^{\circ}$ と $270^{\circ}$ の位置にあるセンサを備えた、本発明によるマクファーソン式車輪懸架装置の断面図、

図8と8aは、ステアリングナックル上に直接配置された、 $0^{\circ}$ の位置にある内側のセンサと、図5に示す外側のセンサを備えた、本発明によるマクファーソン式車輪懸架装置の断面図、

図9はサイド飾り模様の横溝が外側のマークとして使用される本発明によるタイヤを示す図、

図10は延長によって外周が異なる検出可能な個々のワイヤ端部を有する車両内側のベルトエッジを備えた本発明によるタイヤを示す図である。

図4は本発明によるマクファーソン式車輪懸架装置の断面図である。この車輪懸架装置は車輪1、ばね15、ピストン16およびシリンダユニット17を備えている。ピストン16はその上端が車体30に枢着連結されている。

ステアリングナックル19はその車両内側の端部がシリンダユニット17に固定連結されている。そこにトランスバースリンク（横方向アーム）18が作用している。このトランスバースリンクは車体30に枢着連結されている。ステアリングナックル19は車輪軸受21によってホイールハブ20を支持している。車輪軸受21は内側リング22と外側リング23からなり、右側と左側において各々1個のシールリング24、25によってシールされている。

ホイールハブ20にはリム8が取付けられている。このリムは外側に空気タイヤ9を支持している。ハブ20には更に、ブレーキディスク26が取付けられている。

ブレーキキャリパ27のブレーキパッド28、29がブレーキディスク26の周りに作用している。ブレーキキャリパ（27）はシリンダユニット17に固定連結されている。

タイヤ9の内面1には、外側マーク2と内側マーク3が示してある。

ブレーキキャリパ26に固定連結され、従ってステアリングナックルに固定されたセンサ支持体31は、外側センサ4と内側センサ5を備えている。

外側マーク2が線32を介して評価ユニット14に接続された外側センサ4を通過すると、特にクォーツ制御される電子式のストップウォッチが始動する。内側マーク3が線33を介して評価ユニット14に接続された内側センサ5を通過すると、上記のストップウォッチが停止し、時間 $t_{2.3}$ が測定される。

車輪荷重を測定するために、ピストン16の上端に設けたロードセル12が線34を介して評価ユニット14に接続されている。

評価ユニット14の結果は線35を経て表示ユニット36に供給される。表示ユニット(36)は特に車内に設けられ、空気圧表示器37と小さなABSチェックランプ38からなっている。

図5は本発明によるマクファーソン式車輪懸架装置の断面図である。この車輪懸架装置はばね15、ピストン16およびシリンダユニット17を備えている。ピストン16はその上端が車体30に枢着連結されている。

ステアリングナックル19はその車両内側の端部がシリンダユニット17に固定連結されている。そこにトランスバースリンク18が作用している。このトランスバースリンクは車体30に枢着連結されている。ステアリングナックル19は車輪軸受21によってホイールハブ20を支持している。車輪軸受21は内側リング22と外側リング23からなり、右側と左側において各々1個のシールリング24、25によってシールされている。

ホイールハブ20にはリム8が取付けられている。このリムは外側に空気タイヤ9を支持している。ハブ20には更に、ブレーキディスク26が取付けられている。

ブレーキキャリパ27のブレーキパッド28、29がブレーキディスク26の周りに作用している。ブレーキキャリパ(27)はシリンダユニット17に固定連結されている。

タイヤ9の内面1には、外側マーク2と内側マーク3が示してある。

車体30に固定連結され、従って車体に固定されたセンサ支持体31は、外側

センサ4と内側センサ5を備えている。この両センサの半径方向間隔は、ばねのたわみよりも大きい。

外側マーク2が線32を介して評価ユニット14に接続された外側センサ4を通過すると、特にクォーツ制御される電子式のストップウォッチが始動する。内側マーク3が線33を介して評価ユニット14に接続された内側センサ5を通過すると、上記のストップウォッチが停止し、時間 $t_{2,3}$ が測定される。

車輪荷重を測定するために、ピストン16の上端に設けたロードセル12が線34を介して評価ユニット14に接続されている。

図4と同様に、評価ユニット14の結果は線35を経て表示ユニット36に供給される。表示ユニット(36)は特に車内に設けられ、空気圧表示器37と小さなABSチェックランプ38からなっている。

図6は本発明によるマクファーソン式車輪懸架装置の断面図である。この車輪懸架装置はばね15、ピストン16およびシリンダユニット17を備えている。ピストン16はその上端が車体30に枢着連結されている。

ステアリングナックル19はその車両内側の端部がシリンダユニット17に固定連結されている。そこにトランスバースリンク18が作用している。このトランスバースリンクは車体30に枢着連結されている。ステアリングナックル19は車輪軸受21によってホイールハブ20を支持している。車輪軸受21は内側リング22と外側リング23からなり、右側と左側において各々1個のシールリング24、25によってシールされている。

ホイールハブ20にはリム8が取付けられている。このリムは外側に空気タイヤ9を支持している。ハブ20には更に、ブレーキディスク26が取付けられている。

ブレーキキャリパ27のブレーキパッド28、29がブレーキディスク26の周りに作用している。ブレーキキャリパ(27)はシリンダユニット17に固定連結されている。

タイヤ9の内面Iには、外側マーク2と内側マーク3が示してある。

外側マーク2は半径 $R_2$ の円を描き、内側マークは半径 $R_3$ の円を描く。

外側マーク2が線32を介して評価ユニット14に接続された図示していない外側センサ4を通過すると、特にクォーツ制御される電子式のストップウォッチが始動する。内側マーク3が線33を介して評価ユニット14に接続された図示していない内側センサ5を通過すると、上記のストップウォッチが停止し、時間t2.3が測定される。

車輪荷重を測定するために、ピストン16の上端に設けたロードセル12が線34を介して評価ユニット14に接続されている。

図7はセンサ4a、4b、5a、5b、10の配置を示すために図6の車輪懸架装置を左側から示している。

図7はピストン16とシリンダユニット17を備えたばね15を示している。センサ支持体31はシリンダユニット17に固定連結され、従ってステアリングナックルに固定されている。

センサ支持体31は2個の外側センサ4a、4bと、2個の内側センサ5a、5bと、軸方向間隔を測定するためのセンサ10を支持している。

ステアリングナックル19の中心周りに内側半径R3の円が描かれ、この円上にセンサ5a、5bが配置され、更に外側半径R2の円が描かれ、この円上にセンサ4a、4b、10が配置されている。

センサ4a、4b、5a、5b、10はそれぞれ線32a、32b、33a、33b、39を介して評価装置14に接続されている。

車輪荷重を測定するために、ピストン16の上端に設けたロードセル12が線34を介して評価ユニット14に接続されている。

図4～6と同様に、評価ユニット14の結果は線35を経て表示ユニット36に供給される。

表示ユニット(36)は特に車内に設けられ、空気圧表示器37と小さなABSチェックランプ38からなっている。

図8は本発明によるマクファーソン式車輪懸架装置の断面図である。この車輪懸架装置はばね15、ピストン16およびシリンダユニット17を備えている。ピストン16はその上端が車体30に枢着連結されている。

ステアリングナックル19はその車両内側の端部がシリンダユニット17に固定連結されている。そこにトランスバースリンク18が作用している。このトランスバースリンクは車体30に枢着連結されている。ステアリングナックル19は車輪軸受21によってホイールハブ20を支持している。車輪軸受21は内側リング22と外側リング23からなり、右側と左側において各々1個のシールリング24, 25によってシールされている。

ホイールハブ20にはリム8が取付けられている。このリムは外側に空気タイヤ9を支持している。ハブ20には更に、ブレーキディスク26が取付けられている。

ブレーキキャリパ27のブレーキパッド28, 29がブレーキディスク26の周りに作用している。ブレーキキャリパ(27)はシリンダユニット17に固定連結されている。

タイヤ9の内面Iには、外側マーク2が示してある。勿論、上記のすべて図の場合にも、タイヤが良好な分解能のために多数のマークを備えていることが有利である。しかし、この多数のマークはこの図8の図示方法では見えない。

更に、シールリング3に固定された内側マーク3が見える。勿論、上記の実施の形態の場合にも、好ましくは多数のマークが設けられる。更に、内側マークの数と外側マークの数が一致していると有利である。多数の内側マークは後述する図8aに示してある。

車体30に固定連結され、従って車体に固定されたセンサ支持体31は、外側センサ4を備えている。内側センサ5はステアリングナックル19に固定されている。

外側マーク2が線32を介して評価ユニット14に接続された外側センサ4を通過すると、特にクォーツ制御される電子式のストップウォッチが始動する。内側マーク3が線33を介して評価ユニット14に接続された内側センサ5を通過すると、上記のストップウォッチが停止し、時間t2, 3が測定される。

車輪荷重を測定するために、ピストン16の上端に設けたロードセル12が線34を介して評価ユニット14に接続されている。

図 4 ～ 7 と同様に、評価ユニット 1 4 の結果は線 3 5 を経て表示ユニット 3 6 に供給される。表示ユニット ( 3 6 ) は特に車内に設けられ、空気圧表示器 3 7 と小さな A B S チェックランプ 3 8 からなっている。

図 8 a は車両内側のシールリングを示している。このシールリングは内歯を有する薄板リングを備えている。この薄板リングの半径方向内向きの歯状突起は内側マークとして使用される。この内側マークは内側センサ 5 によって検出される。この内側センサはこの実施の形態では 1 個だけであるが複数でもよい。内側センサはステアリングナックル 1 9 に相対回転しないように直かに設けられている。マークである薄板リングは特に、図示のようにシールリング 2 5 に紛失しないように加硫溶着されている。

図 9 は本発明によるタイヤ 9 の側面図である。円弧 R 2 はサイド飾り模様上に分配配置されたマークの位置を示している。

図 1 0 はベルトエッジを露出させた、本発明によるタイヤ 9 の斜視図である。この場合、マーク 2 は規則正しい順序で延長した、下側のベルト層のワイヤ端部として示してある。延長した端部は図示のようにゴムから突出していない。

参照符号リストは明細書の一部である。

#### 参照符号リスト

1	車輪
2	外側マーク
3	内側マーク
4	外側センサ
5	内側センサ
6	リム
9	タイヤ
1 2	ロードセル
1 4	評価ユニット
1 5	ばね
1 6	ピストン

1 7	シリンダユニット
1 8	トランスバースリンク
1 9	ステアリングナックル
2 0	ホイールハブ
2 1	車輪軸受
2 2	内側リング
2 3	外側リング
2 4	車両外側のシールリング
2 5	車両内側のシールリング
2 6	ブレーキディスク
2 7	キャリパ
2 8	パッド
2 9	パッド
3 0	車体
3 1	センサ支持体
3 2	線 (センサ 4 と評価ユニット 1 4 の間の接続部材)
3 3	線 (センサ 5 と評価ユニット 1 4 の間の接続部材)
3 4	線 (ロードセル 1 2 と評価ユニット 1 4 の間の接続部材)
3 5	線 (評価ユニット 1 4 と表示ユニット 3 6 の間の接続部材)
3 6	表示ユニット
3 7	空気圧表示装置
3 8	A B S チェックランプ
3 9	線 (センサ 1 0 と評価ユニット 1 4 の間の接続部材)
I	タイヤ内側
R A	回転軸線
R 2	マーク 2 とそれと協働するセンサ 4 を配置した “外側半径”
R 3	マーク 3 とそれと協働するセンサ 5 を配置した “内側半径”
D	時間測定を開始する外側と内側のマークの対と、時間測定を停止

する外側と内側のマークの対（以下、マーク対と言う）の角度差

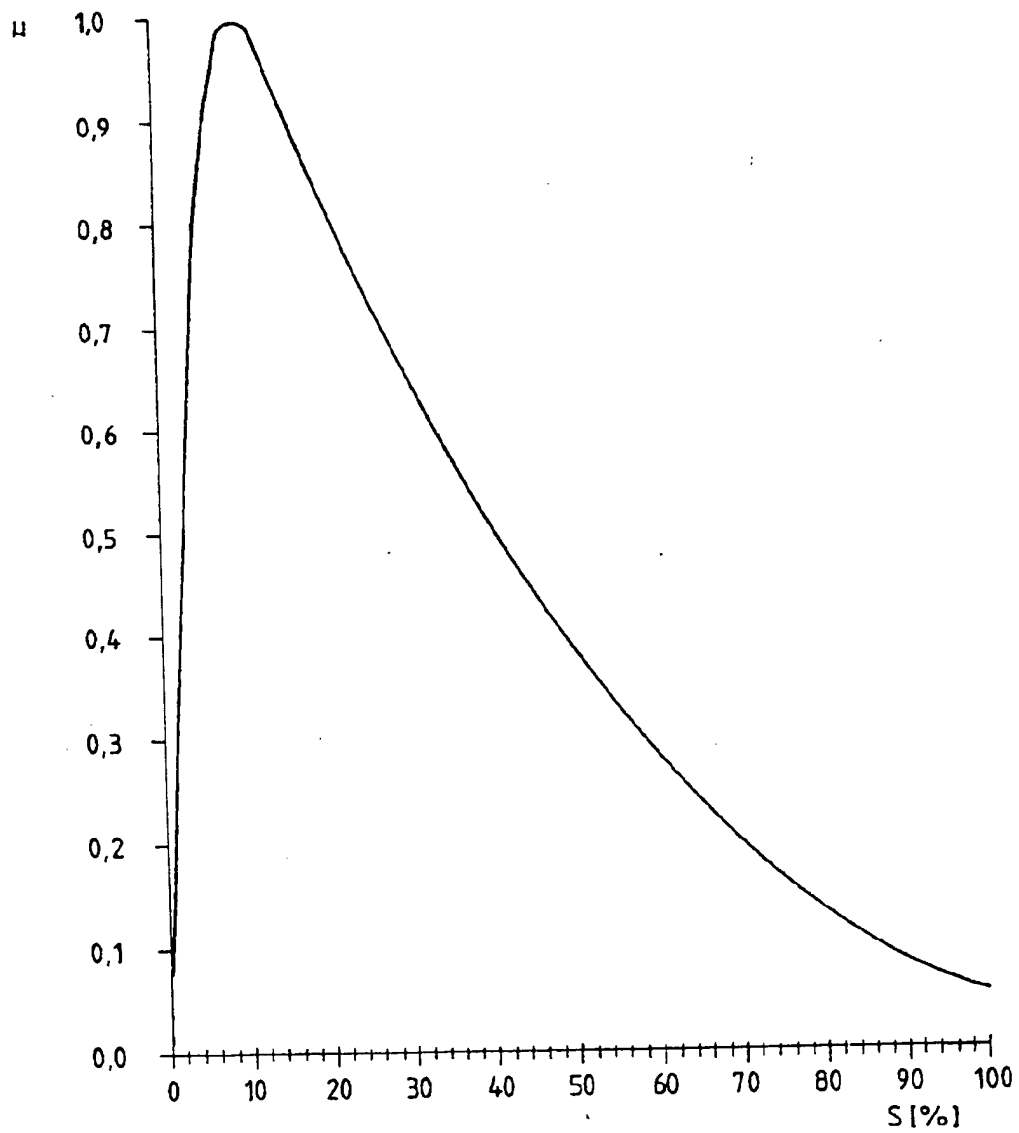
d センサ対の角度差

M モーメント

回転方向の回転角速度

【図1】

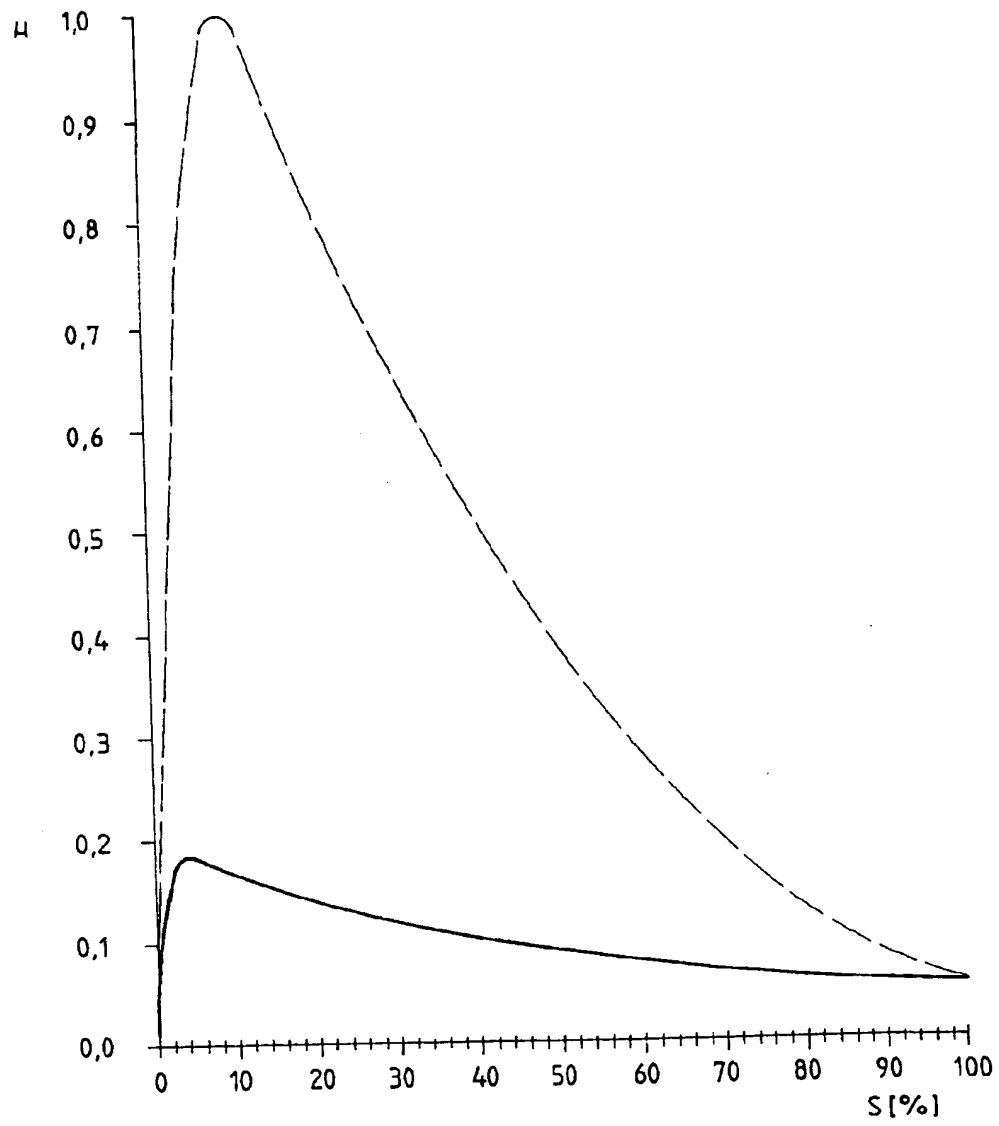
FIG. 1





【图 2】

FIG. 2



【図3】

FIG. 3a

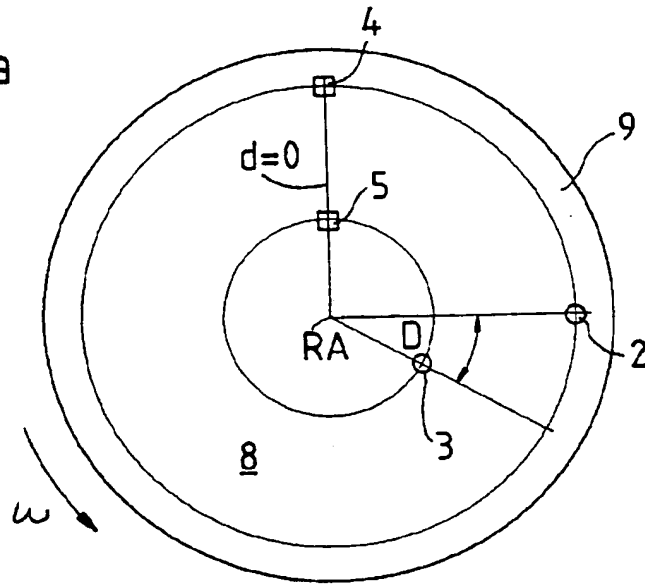
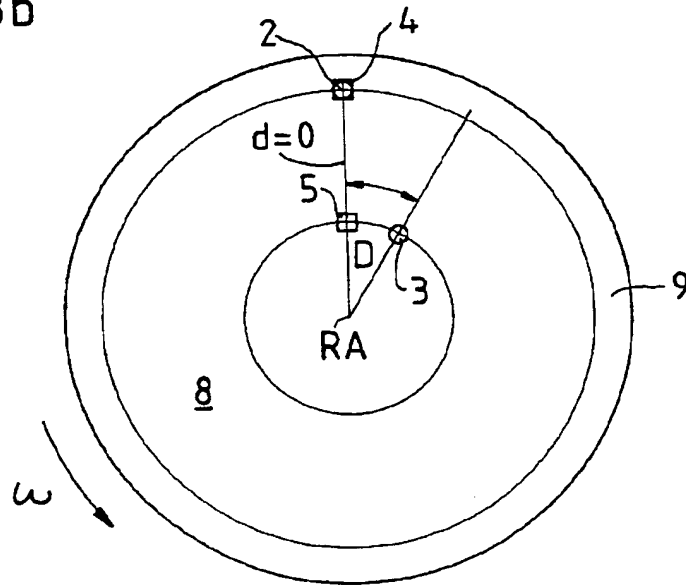


FIG. 3b



【図3】

FIG. 3c

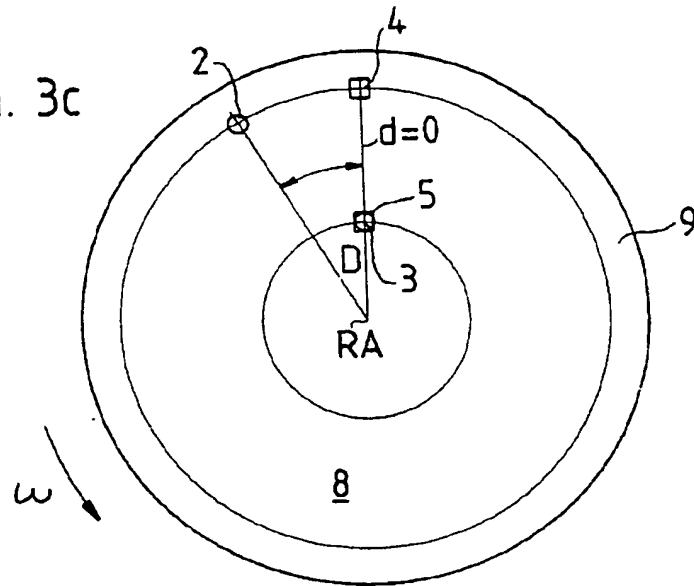
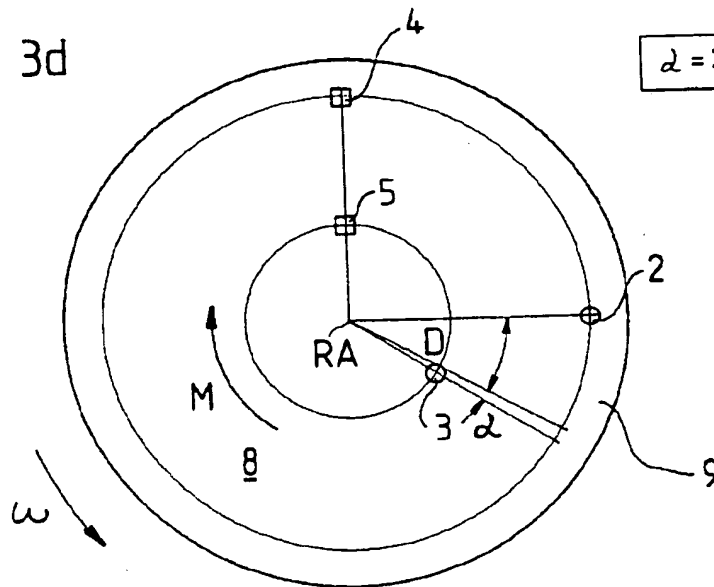


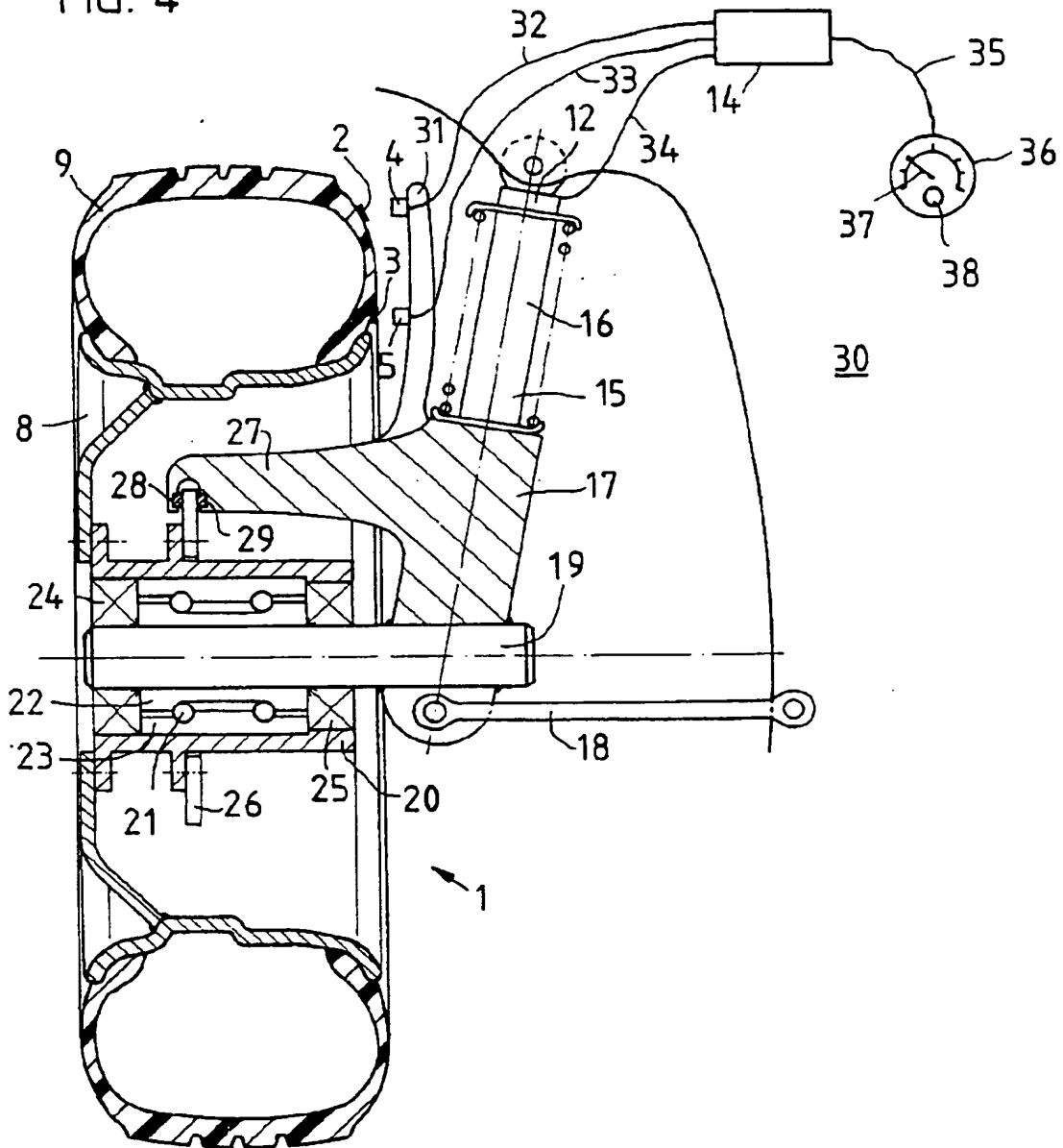
FIG. 3d



$$\alpha = 2\pi n \cdot \Delta t_{2,3}$$

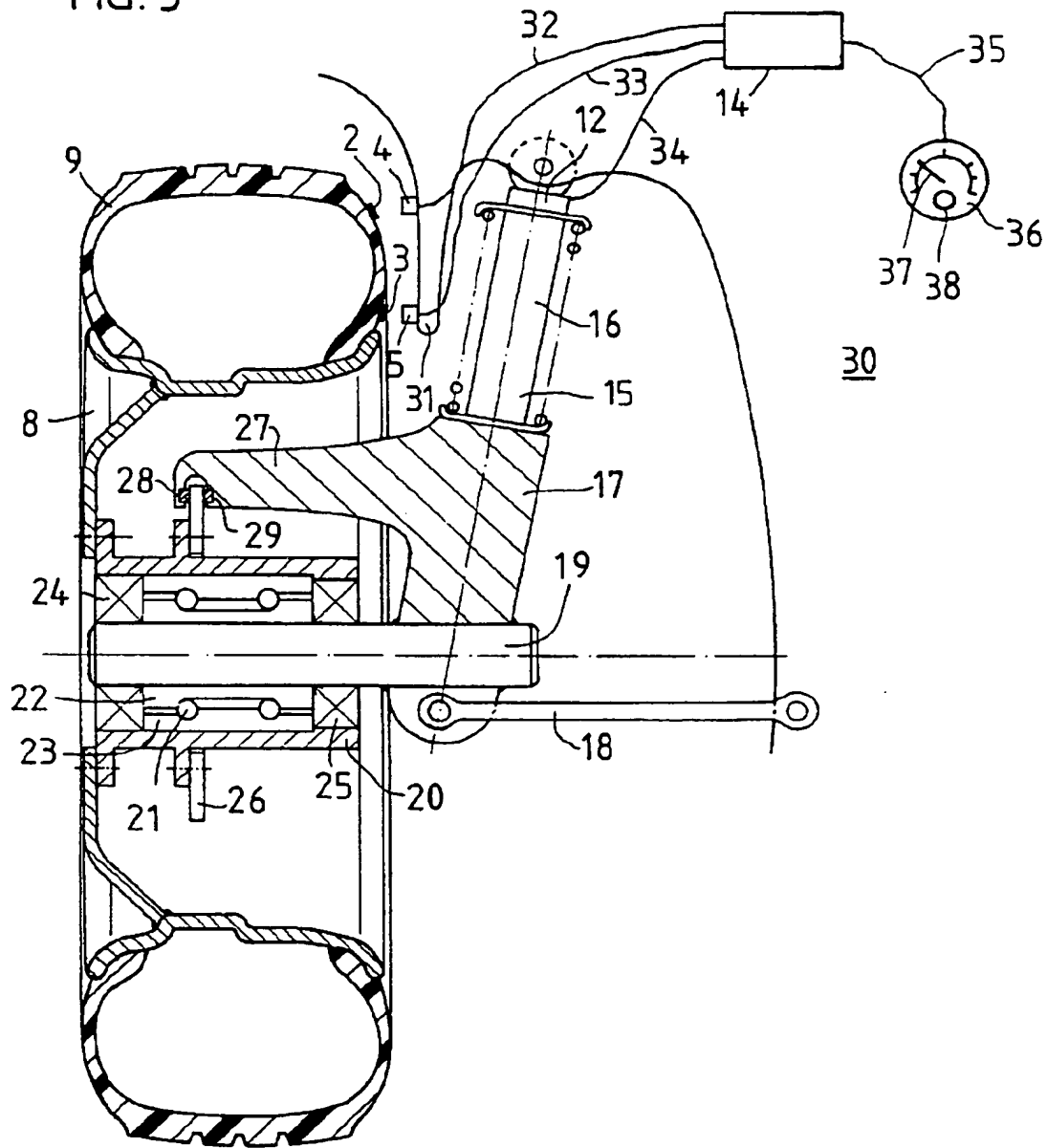
【図 4】

FIG. 4



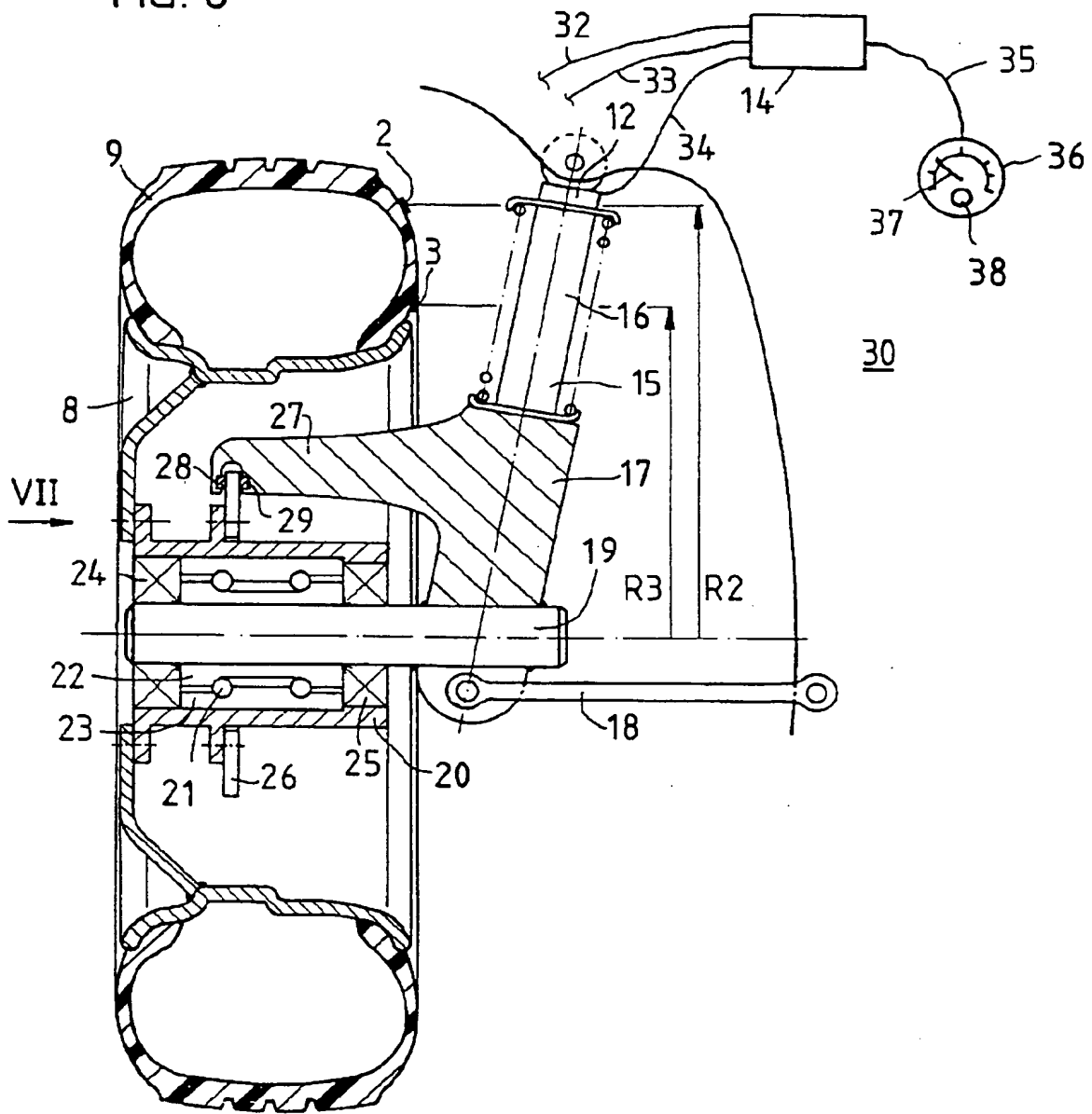
【図5】

FIG. 5

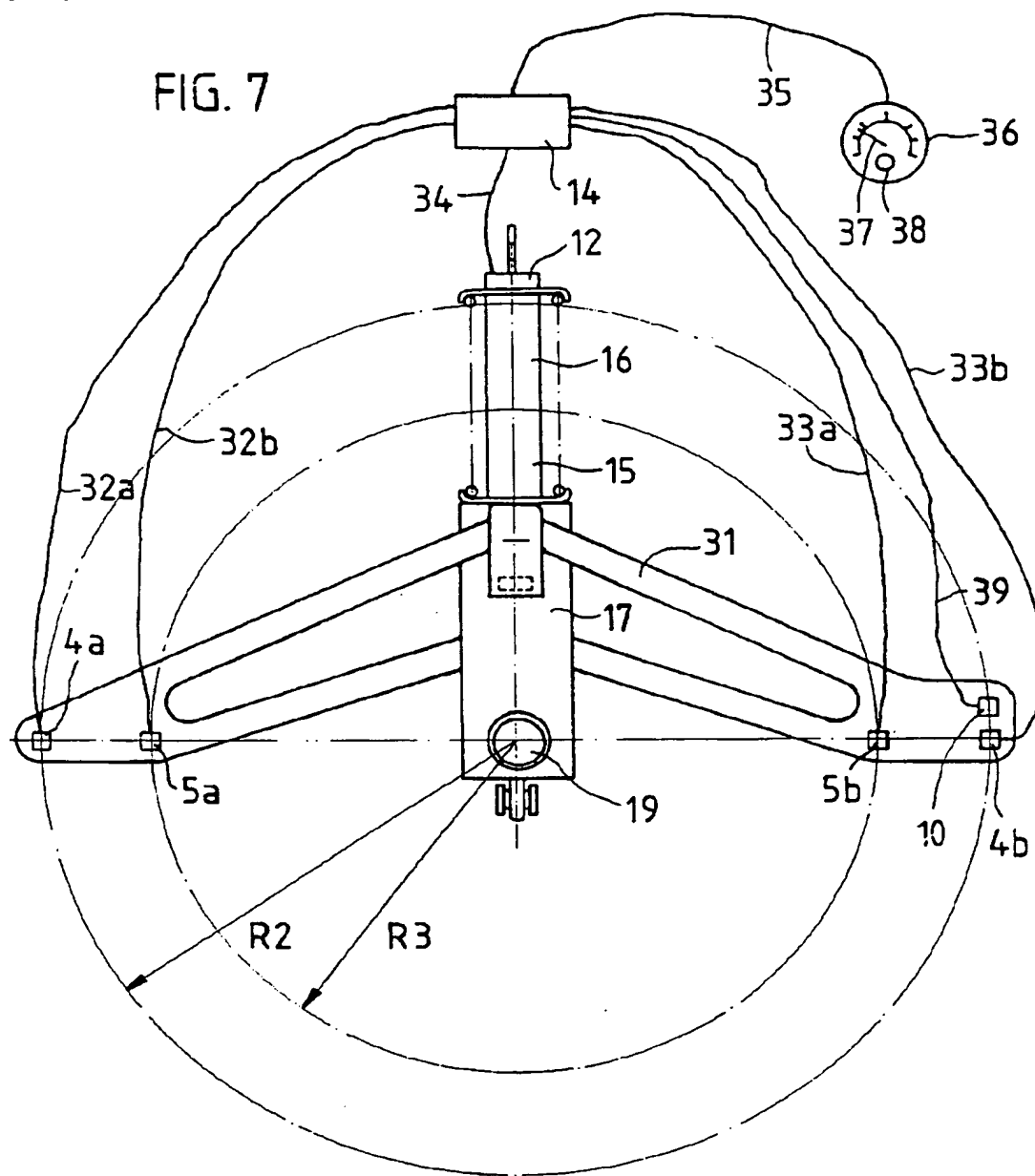


【図6】

FIG. 6

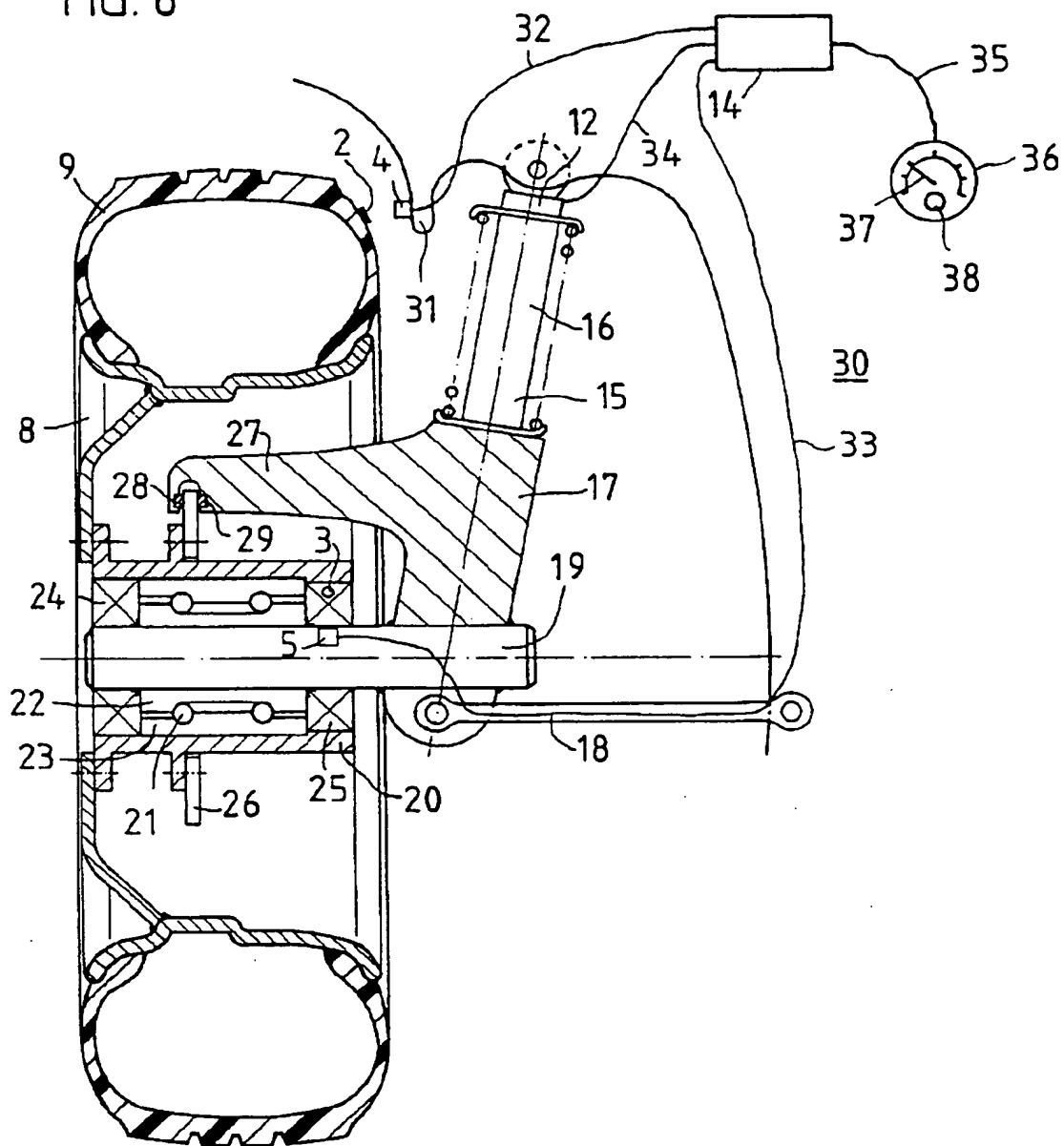


【図7】



【圖 8】

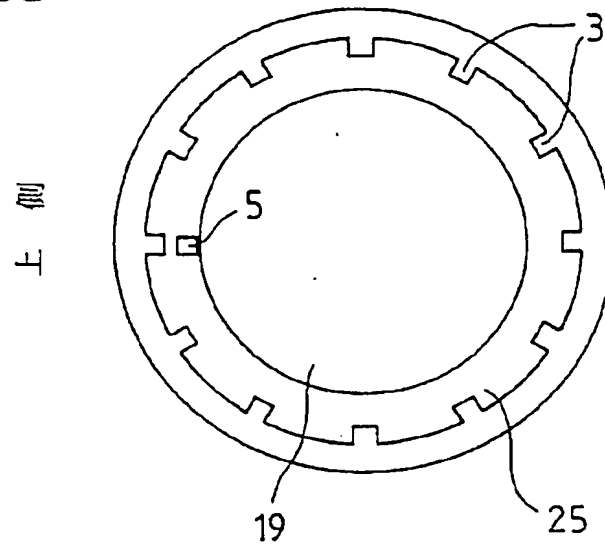
FIG. 8





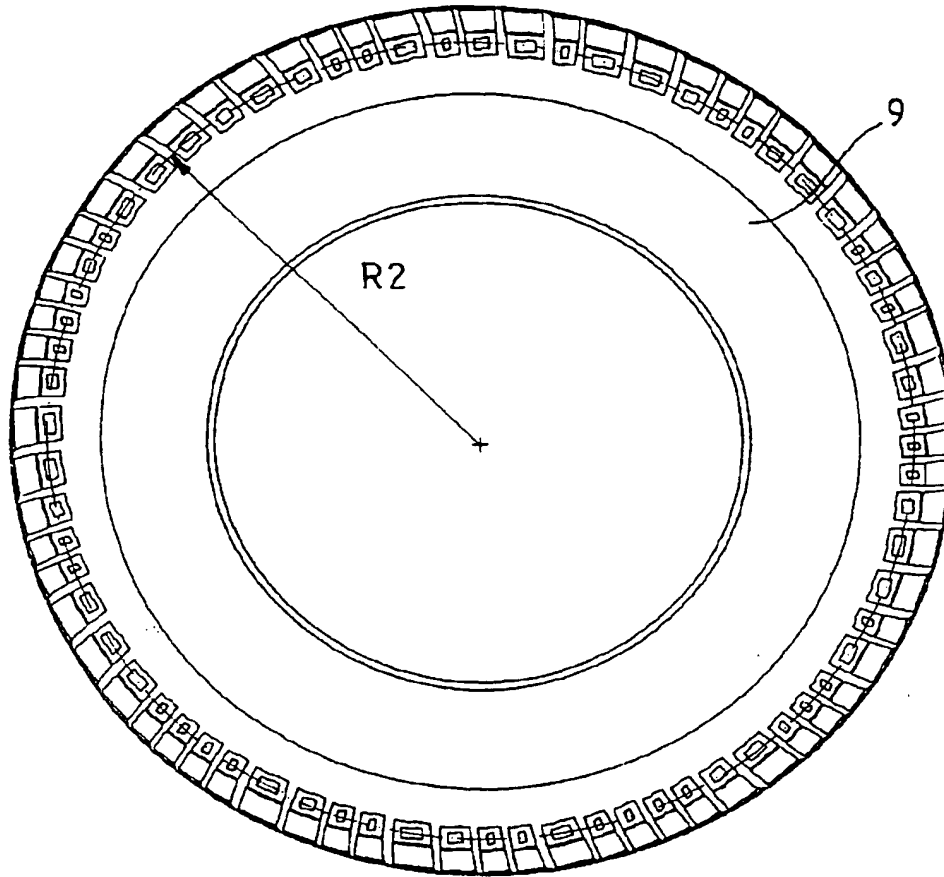
【図8】

FIG. 8a



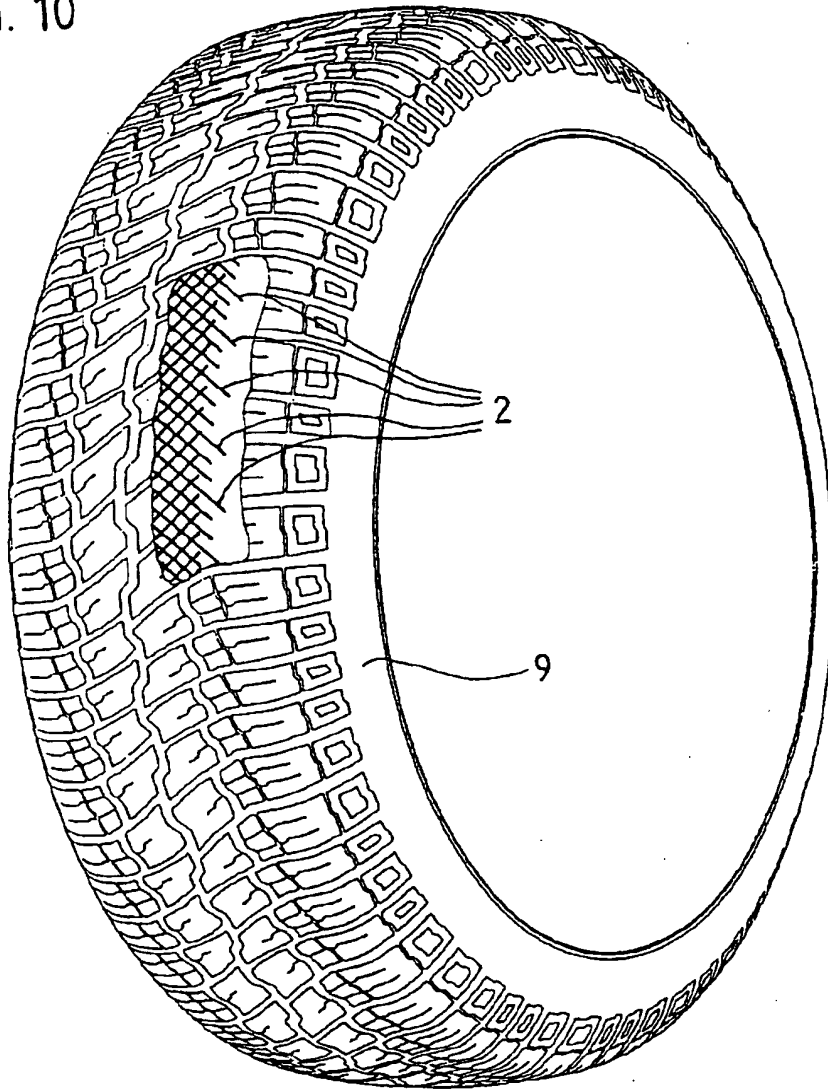
[图 9]

FIG. 9



【図10】

FIG. 10



【手続補正書】特許法第184条の4第4項

【提出日】1996年3月14日

【補正内容】

請求の範囲

1. タイヤに作用する縦方向力が、車輪の半径方向内側範囲またはハブとタイヤの半径方向外側範囲の間の、位置に依存するタイヤのねじれ変形から、少なくとも一つの回転しない位置で測定される、タイヤ回転中にタイヤに作用する縦方向力を測定するための方法において、ねじり変形が1つまたは複数の時間測定によって測定され、この場合測定すべき時間が、回転軸線を中心とした異なる半径上に設けられた回転する車輪の少なくとも2個のマークが回転軸線を中心とした、マークと同じ半径上に回転しないよう設けられた少なくとも2個のセンサの傍らを通過する間の時間であり、その際マークのうち少なくとも半径方向外側のマークがタイヤの半径方向外側範囲に設けられ、例えば半径方向内側のセンサがステアリングナックルに、半径方向外側のセンサが車輪懸架装置のトランスバースリンクに設けられていることを特徴とする方法。
2. タイヤ回転中にタイヤの撓みあるいは踏面長さあるいはタイヤ空気圧に対する、タイヤによって受け止められる車輪荷重の比、すなわち荷重-圧力-比を測定するための方法において、タイヤの撓みあるいは踏面長さあるいは荷重-圧力-比が、車輪の半径方向内側範囲、例えばタイヤのビード範囲または軸方向内側のリムフランジまたは車輪ハブとタイヤの半径方向外側範囲との間の、位置に依存するタイヤのねじれ変形から、少なくとも2つの回転しない位置で測定されることを特徴とする方法。
3. タイヤに受け止められる車輪荷重が、車輪の半径方向内側範囲またはハブとタイヤの半径方向外側範囲との間の、位置に依存するタイヤのねじれ変形から測定され、ねじれ変形が全部で少なくとも2つの回転しない位置で測定されることを特徴とする請求項1記載の方法。
4. 請求項1記載の方法において、
  - a) 車輪のタイヤの半径方向外側の範囲において、タイヤに設けた1個または複数のマークが回転しない少なくとも1個の外側のセンサの傍らを通過する時点

(以下、外側の時点という)が記録され、

b) 車輪の半径方向内側の範囲において、車輪、例えばタイヤビード範囲、リ

ムまたは好ましくはホイールハブに設けた1個または複数のマークが回転しない  
少なくとも1個の内側のセンサの傍らを通過する時点(以下、内側の時点という  
)が記録され、

c) 外側の時点と内側の時点の間の時間が測定および評価され、

d) 評価が、測定すべき周期時間による、c)に従って測定された時間の割算  
を含み、この場合周期時間が車輪1回転の時間またはこの時間の所定の一部分で  
あることを特徴とする方法。

5. 内側のマークが内側センサの傍らを通過することによって、特に電子式スト  
ップウォッチを用いて時間測定が開始され、外側のマークが外側のセンサの傍ら  
を通過することによって前記時間測定が停止されることを特徴とする請求項4記  
載の方法。

6. 外側のマークが外側センサの傍らを通過することによって、特に電子式スト  
ップウォッチを用いて時間測定が開始され、内側のマークが内側のセンサの傍ら  
を通過することによって前記時間測定が停止されることを特徴とする請求項4記  
載の方法。

7. 測定された両方の時間のうちの一方が正の符号で、他方が負の符号であり、  
この両方のうちの絶対値の小さな時間が用いられることを特徴とする請求項5、  
6に記載の方法。

8. 請求項5または請求項6記載の方法であって、

— 内側のマークと外側のマークからなる対のマークが角度差(D)を有し、  
この角度差(D)が一方のマークの位相平面と他方のマークの位相平面の間の角  
度として定められ、一方のマークの位相平面が車輪軸線を含む平面として定めら  
れ、この平面内でそれぞれのマークが車輪に設けられ、

— 内側のセンサと外側のセンサからなる対のセンサが角度差(d)を有し、  
この角度差(d)が一方のセンサの位置平面と他方のセンサの位置平面の間の角  
度として定められ、一方のセンサの位置平面が車輪軸線を含む平面として定めら

れ、この平面内でそれぞれのセンサが回転しないよう配置されている、

方法において、

－ 異なる符号の時間を回避するために、対のマークの角度差 (D) が少なくとも、車輪の最大負荷時の外側範囲と内側範囲の間のねじれ角と同じくらい、対のセンサの角度差 (d) と異なっており、

－ 前記の対のマークのうち、所定の一方のマーク、すなわち内側のマークまたは外側のマークだけが時間測定を開始し、他方のマーク、外側のマークまたは内側のマークが時間測定を停止することを特徴とする方法。

9. 対のマークの角度差 (D) が零にセットされ、両マークが同じ位相平面内に設けられていることを特徴とする請求項 8 に記載されていない、少なくとも請求項 8 記載の方法。

10. 対のセンサの角度差 (d) が零にセットされ、両センサが同じ位置平面内に設けられていることを特徴とする請求項 8 に記載されていない、少なくとも請求項 8 記載の方法。

11. 複数の対のマークが車輪に設けられ、各々の対のセンサが、各々の対のマークの両マークが通過する間の、車輪 1 回転あたり複数の時間を測定することを特徴とする前記請求項のいずれか一つに記載の方法。

12. 各々の対のマークが同じ角度差 (D) を有することを特徴とする請求項 11 記載の方法。

13. 対のマークが車輪に不均一に分配配置されていることを特徴とする請求項 12 記載の方法。

14. 複数の対のセンサが車輪近くにおいて異なる位置平面内に回転しないように配置され、異なる位置の各々の対のマークが、各々の対のマークの両マークが通過する通過する間の時間測定を 1 回ずつ行うことを特徴とする請求項 4 記載の方法。

15. 車輪軸線上方の垂直な一つの位置が  $0^\circ$  であり、他の位置が  $0^\circ$  の位置に対する車輪回転方向のその角度で表される、請求項 2 と 14、特に更に請求項 10 記載の方法において、

- a) 2対のセンサが設けられ、
- b) そのうち的一方が約 $90^\circ$ の位置または $270^\circ$ の位置に配置され、
- c) 他方が約 $270^\circ$ の位置または $90^\circ$ の位置に配置され、

d) 請求項9の特徴c)に従ってこの両位置ではほぼ同時に測定された時間が互いに減算され、

f) この時間差が、その都度この時間差またはb)とc)の位置でのタイヤ歪み角度に関する、踏面または踏面長さでのタイヤ撓みの経験的に知られている関数に基づいて、タイヤ撓み、踏面長さまたは荷重-圧力-比に換算されることを特徴とする方法。

16. 車輪軸線上方の垂直な一つの位置が $0^\circ$ であり、他の位置が $0^\circ$ の位置に対する車輪回転方向のその角度で表される、請求項1と14、特に更に請求項10記載の方法において、

- a) 2対のセンサが設けられ、
- b) そのうち的一方が約 $90^\circ$ の位置または $270^\circ$ の位置に配置され、
- c) 他方が約 $270^\circ$ の位置または $90^\circ$ の位置に配置され、
- d) 請求項9の特徴c)に従ってこの両位置ではほぼ同時に測定された時間が互いに加算され、

f) この時間の合計が、この時間の合計またはb)とc)の位置でのタイヤ歪み角度に関する経験的に知られているタイヤ縦方向力の関数に基づいて、タイヤ縦方向力に換算されることを特徴とする方法。

17. タイヤの縦方向の力と、タイヤ撓み、タイヤ踏面長さおよび荷重-圧力-比の少なくとも一つを測定するために、時間が加算および減算される、請求項15と16記載の方法。

18. 車輪軸線上方の垂直な一つの位置が $0^\circ$ であり、他の位置が $0^\circ$ の位置に対する車輪回転方向のその角度で表される、請求項4記載の方法において、対のセンサが $0^\circ$ の位置に配置され、タイヤの撓みやタイヤの踏面長さに左右されない、この位置で測定すべき時間が、この時間またはこの位置でのタイヤ歪み角度に関する経験的に知られているタイヤ縦方向の力の関数に基づいて、タイヤ縦方向

の力に換算されることを特徴とする方法。

19. 請求項14と18に記載の方法において、

a) 2対のセンサが設けられ、

b) そのうちの一方が約 $0^{\circ}$ の位置に配置され、

c) 他方が $90^{\circ}$ の位置または $270^{\circ}$ の位置に配置され、

d) 請求項4の特徴c)に従ってこの両位置ではほぼ同時に測定された時間が評価され、

e)  $0^{\circ}$ 位置で検出された時間とタイヤ歪み角度に関するタイヤ縦方向力の経験的に知られている記憶された関数に、この時間を入力することにより、この時間から時のタイヤ縦方向力が検出され、

f) 垂直位置で、すなわち $0^{\circ}$ 位置で測定した時間から、 $90^{\circ}$ または $270^{\circ}$ の位置で測定された時間が減算され、それから値が求められ、

g) この時間の差が、それぞれこの時間に関するまたは当該の位置でのタイヤ歪み角度に関するおよび瞬時のタイヤ縦方向力に関する踏面でのタイヤの撓みまたは踏面長さまたは荷重-圧力-比の経験的に知られている記憶された関数に基づいて、タイヤ撓みまたは踏面長さまたは荷重-圧力-比に換算されることを特徴とする方法。

20. 更に、タイヤ空気圧が公知の方法で、例えば回転しない評価装置に無線を介してデータを伝送する一緒に回転するマノメータによって、測定され、車輪荷重がこのタイヤ空気圧と荷重-圧力-比から算出されることを特徴とする請求項14、特に15または19記載の方法。

21. 更に、車輪荷重が公知の方法で、例えば付設の走行装置ばねの抵抗線ストレインゲージによって測定され、タイヤ空気圧がこの車輪荷重と荷重-圧力-比から算出されることを特徴とする請求項14、特に15または19記載の方法。

22. タイヤ歪みの関数がタイヤ撓みまたは踏面長さまたは荷重-圧力-比とタイヤ縦方向力に依存して記憶され、周期時間による商がタイヤ歪みの程度として使用される、いろいろな位置での時間測定が、請求項15～19と同様に互いに組み合わせられることを特徴とする請求項14記載の方法。



23. タイヤ撓みまたは踏面長さまたは荷重－圧力－比が測定され、その都度の限界値を超えてから、空気圧が低くなりすぎる前に警報が運転者に与えられ、およびまたは過大の屈曲応力によるタイヤの脱落が回避されるように、達成可能な最高速度が、場合によっては外気温度およびまたはタイヤの種類に依存して下げられることを特徴とする請求項14、特に15または19記載の方法。

24. 請求項20記載の方法、すなわちタイヤ空気圧測定が公知の方法で行われる方法において、車輪荷重の限界値を超えてから、特に車輪荷重が高くなりすぎる前にあるいは空気圧が低くなりすぎる前に警報が運転者に与えられ、およびまたは過大の屈曲応力によるタイヤの脱落が回避されるように、およびまたは車両のスタートが阻止されるように、達成可能な最高速度が、場合によっては外気温度およびまたはタイヤの種類に依存して下げられることを特徴とする方法。

25. 請求項21記載の方法、すなわち車輪荷重が公知の方法で行われる方法において、車輪空気圧の限界値を超えてから、特に空気圧が低くなりすぎる前に警報が運転者に与えられ、およびまたは過大の屈曲応力によるタイヤの脱落が回避されるように、達成可能な最高速度が、場合によっては外気温度およびまたはタイヤの種類に依存して下げられることを特徴とする方法。

26. 通過するマークに対する軸方向間隔を検出するセンサがほぼ0°の位置と90°の位置にそれぞれ1個ずつ回転しないように配置され、このようにして検出された対の軸方向間隔からタイヤ横方向力が求められることを特徴とする請求項1記載の方法。

27. 請求項1記載の方法を実施するために、タイヤの回転中タイヤに作用する縦方向力を測定し、およびまたは請求項2記載の方法を実施するために、タイヤの回転中タイヤに生じるタイヤ撓み、踏面長さまたは荷重－圧力－比の少なくとも一つを測定するための装置において、

- － タイヤ(9)の半径方向外側の範囲において車輪回転軸線を中心とした半径R2上に配置された少なくとも1個の第1のマーク(2)と、

- － 車輪、例えばタイヤビード範囲またはリムまたは好ましくはハブにおいて第1のマーク(2)に比べて半径方向内側にしかも車輪回転軸線を中心とした半

径R3上に配置された少なくとも1個の第2のマーク(3)と、

- ほぼ半径R2上に回転しないように配置された、第1のマーク(2)の通過を検知するための少なくとも1個のセンサ(4)と、
- ほぼ半径R3上に回転しないように配置された、第2のマーク(3)の通過を検知するための少なくとも1個のセンサ(5)と、

- 異なる半径上にあるマーク(2, 3)の通過の間の時間を測定するための、センサ(4, 5)に作用接続された測定ユニットと、

この時間からタイヤ縦方向力およびまたはタイヤ撓みまたは接触面長さまたは荷重-圧力-比を検出するための評価ユニット(14)とを備えていることを特徴とする装置。

28. 評価ユニットが回路を含み、この回路が測定された時間をその都度測定された周期時間によって割り、対のマークの間のその局所的なねじれ角度( $\alpha$ )を、センサの場所によって決まる位置で検出し、評価ユニットが更に、ねじれ角度に関するタイヤ縦方向力またはタイヤ撓みまたは踏面長さまたは荷重-圧力-比の関数を記憶して含み、検出されたねじれ角度を入力することによってタイヤ縦方向力またはタイヤ撓みまたは踏面長さまたは荷重-圧力-比を算出することを特徴とする請求項27記載の装置。

29. 少なくとも1個の第1のマーク(2)が少なくとも1個の第2のマーク(3)に対して周方向にずらして配置されていることを特徴とする請求項27記載の装置。

30. 第1の(すなわち半径方向外側の)マークを検知するためのセンサ(4)が磁束密度の変化に反応することを特徴とする請求項27記載の装置。

31. 監視すべきタイヤ(9)がスチールコードからなるブレーカ層を備え、このブレーカ層が車両に関して軸方向内側に向いたタイヤ側面(I)に切斷エッジを備え、スチールワイヤ端部の少なくとも1個、特に三つおきが、特に軸方向内側に更に延ばすことにより、第1のマークとして形成されていることを特徴とする請求項30記載の装置。

32. 第1のマークを検知するためのセンサ(4)が光反射の変化に反応し、監視

すべきタイヤ（９）が、車両に関して軸方向内側に向いたタイヤ側面（Ｉ）に、トレッドおよびまたはタイヤ端面の成形部、特にサイド飾り模様を備え、この成形部が周方向に延びていない少なくとも１つの溝（以下、横溝という）を備え、少なくとも１個の横溝、特にすべての横溝が、前記センサによって感知される第１のマークとして形成されていることを特徴とする、タイヤ側壁がマークを支持している、請求項２７記載の装置。

33. 第１の運転状態で車速がほぼ一定のときに、装置が第１のマーク相互の位相位置およびまたは内側のマークと相対的な第１のマークの位相位置を検出し、評価ユニットに記憶することを特徴とする請求項２７、特に３１または３２記載の装置。

34. 外側のセンサによって感知される外側のマークの数が、内側のセンサによって感知される内側のマークの数と異なっている、請求項３３記載の装置において、評価ユニットが選択プログラムを含み、この選択プログラムが特に請求項８に従って対のマークを形成するために最も適したマークを両マーク軌道の各々から選びだすことを特徴とする装置。

35. 場合によっては選びだされた第１のマーク（２）の位相位置が第２のマーク（３）の位相位置に調和しているかあるいはそれとは逆に、場合によっては選びだされた第２のマーク（３）の位相位置が第１のマーク（２）の位相位置に調和し、しかも時間を測定するすべての対のマーク（２，３）について（請求項８に定義した）角度差（ $D$ ）が同じ大きさになるように調和していることを特徴とする請求項２７記載の装置。

36. 各々一つの外側のマークと各々一つの内側のマークとからなる、場合によっては選びだされた対のマークが、周囲に不均一に分配され、すべての対のマークについて角度差（ $D$ ）が同じであることを特徴とする請求項２７、特に請求項３５記載の装置。

37. 第１のマークと第２のマークの位相位置が互いに調和しておらず、評価ユニットが特に第１の運転相で静的な評価によって、対のマーク（ $2_n$ ， $3_n$ ）の異なる角度差（ $D_n$ ）の差を算出および記憶し、この差をその都度の時間測定の補正

のために使用することを特徴とする請求項35ではなく、請求項27記載の装置

。

38. 外側のセンサ(4)と内側のセンサ(5)からなる、少なくとも1個の回転しない対のセンサが、約 $0^{\circ}$ の位置に配置され、この場合車輪軸線上方の垂直な一つの位置が $0^{\circ}$ であることを特徴とする請求項27～37のいずれか一つに記載の装置。

39. 回転しない対のセンサ(4, 5)が多数設けられ、この対のセンサが、車輪

(1) 場合によってはタイヤ(9)上の少なくとも一つのマーク対のマーク(2, 3)を配置した半径(R2, R3)に十分に正確に調和していることを特徴とする請求項27～38のいずれか一つに記載の装置。

40. 異なる位置に取付けられた少なくとも2個のセンサ対を備え、この場合、センサ対が $0^{\circ}$ と $90^{\circ}$ の位置(請求項24に一致する)または $0^{\circ}$ と $270^{\circ}$ の位置(請求項24に一致する)あるいは3つのセンサ対の場合、 $270^{\circ}$ と $0^{\circ}$ と $90^{\circ}$ の位置に配置されていることを特徴とする請求項27～39のいずれか一つに記載の装置。

41. 荷重-圧力-比を測定することを特徴とする請求項27～40のいずれか一つに記載の装置において、評価ユニット(14)がタイヤ内圧センサ(13)または車輪荷重センサ(12)に作用接続され、評価ユニット(14)が車輪荷重または車輪内圧を算出することを特徴とする装置。

42. 荷重-圧力-比を測定することを特徴とする、請求項41ではなく請求項27～40のいずれか一つに記載の装置において、評価ユニット(14)がタイヤ内圧センサ(13)にも車輪荷重センサにも作用接続されておらず、それにもかかわらず、荷重-圧力-比が車両特有の閾値を上回るときに、警報およびまたは最高速度の制限を生じることを特徴とする装置。

43. 車輪軸線上方の垂直な一つの位置が $0^{\circ}$ であり、他の位置が $0^{\circ}$ の位置に対する車輪回転方向のその角度で表される請求項27～42のいずれか一つに記載の装置において、間隔を測定する少なくとも一つの外側のセンサ(10)がほぼ $90^{\circ}$ または $270^{\circ}$ の位置に配置され、好ましくは更に間隔を測定するセンサ

(10) が $0^{\circ}$ の位置に配置され、特に間隔を測定するセンサ(10)と時間を測定する外側のセンサ(4)が一つの部品にまとめられ、センサ(10および場合によっては4)で測定された軸方向間隔から、タイヤ横方向力が評価ユニット(14)で求められることを特徴とする装置。

44. 例えば側壁(1)に多数のマーク(2)を備えている、車両タイヤにおいて、車両タイヤが少なくとも半径方向外側範囲、特に側壁(1)または肩範囲に、半径方向に密接制限された円状の軌道を備え、車両タイヤが請求項27~43のいずれか一つに記載の装置およびまたは請求項1~26のいずれか一つに記

載の方法を実施するために適していることを特徴とする車両タイヤ。

45. マーク(2)に対して半径方向内側に位置する少なくとも1つの他のマーク(3)が、側壁(1)、特にビード範囲に配置されていることを特徴とする請求項44記載の車両タイヤ。

46. マーク(2)に対して半径方向内側に位置する複数の他のマーク(3)が、側壁(1)、特にビード範囲に円に沿って配置されていることを特徴とする請求項44または45に記載の車両タイヤ。

47. 時間を測定するすべてのマーク対に関して(請求項8で定義した)角度差(D)が同じ大きさであり、特に零でないように、外側と内側のマークが対をなして配置されていることを特徴とする請求項44~46のいずれか一つに記載の車両タイヤ。

48. マーク(2, 3)が金属からなっていることを特徴とする請求項44~47の少なくとも一つに記載の車両タイヤ。

49. マーク(2, 3)の少なくとも若干が磁力を有することを特徴とする請求項44~48の少なくとも一つに記載の車両タイヤ。

50. マーク(2, 3)の少なくとも若干が光を反射するように形成されていることを特徴とする請求項44~49の少なくとも一つに記載の車両タイヤ。

51. マーク(2, 3)が側壁(1)を越えて突出していることを特徴とする請求項44~50の少なくとも一つに記載の車両タイヤ。

【手続補正書】特許法第184条の8第1項

【提出日】1996年9月14日

【補正内容】

図1は代表的な周辺条件のときの、スリップに対する普通の摩擦材料対の摩擦係数 $\mu_{\text{longs}}$ の経過（以下スリップ経過という）を示している。最大縦方向摩擦係数は約10%のスリップ値のときに得られる。スリップが更に高まると（これは制動時に制動トルクを高めることによって達成される）、摩擦係数ひいては有効縦方向力は増大しないで、反対に減少する。これは、ブレーキ減速が瞬間的に減少するという問題だけでなく、更に、高い制動トルクを維持する際に車輪回転周波数ひいては車輪周速が零まで迅速に低下するという問題がある（迅速であればあるほど、車輪の慣性モーメントは小さくなり、車両質量に対する比は小さい）。ナックル速度が存在するにもかかわらず、車輪がもはや回転しない運転状態は、“ロック”と呼ばれる。その際のスリップ値は100%である。

図2の実線は低温の水に対する同じタイヤのスリップ曲線を示している（氷の温度が高ければ一層不所望となる）。破線は比較のために図1のスリップ曲線を再度示している。 $\mu_{\text{max}}$ ははるかに小さいだけでなく、小さなスリップのときに生じる。

車両減速のやや大きな制動トルクの際にそれから生じる車輪の回転減速は、先ず最初に幾分大きすぎる制動スリップの害を増大する。制動スリップは例えば14%から100%へ非常に迅速に増大する。スリップを上回るこの作用のために、最大摩擦係数がこのスリップに属すると、このスリップの向こう側の範囲は専門家によってしばしば不安定なスリップ範囲と呼ばれる。これに対して、零とこの値の間のスリップ範囲は安定したスリップ範囲と呼ばれる。最大摩擦係数が属するスリップ範囲は限界スリップとも呼ばれる。

これに対して、コントロールシステムには、各々の車輪のために所望のスリップを個別に調節するという課題が課せられる。ほとんどのスリップコントロールシステムは、1個の車輪のスリップが限界に達したときに初めて機能する。制動トルクまたは駆動トルクのそれ以上の増大を阻止することによって、ロックま

たはスピンが防止される。例えば車輪が青色玄武岩等のような低い摩擦対に局所的に達することによって、スリップ限界を上回ると、コントロールシステムは、スリップがスリップ限界をкаろうじて下回るまで、制動トルクまたは駆動トルクを低下させる。

スリップコントロール装置は約8年前から大量生産されて乗用車、貨物自動車およびトレーラに使用され、普及してきている。スリップコントロール装置がブレーキスリップだけをコントロールする場合、そのために略語“ABS”（アンチロックシステム）が定着している。スリップコントロールシステムは特に、一方の車輪が最大摩擦係数の小さな道路部分上を走行し、他方の車輪が最大摩擦係数の大きな道路部分上を走行するような走行状況において有効である。

大量生産の車両で使用されるスリップコントロールシステムは、各々の車輪の実際の回転数を非常に正確に測定する。そのために、各々の車輪はいわゆる極ホイールを備えている。この極ホイールは外周に多数のマークを含み、マークが回転しないよう配置されたセンサのそばを通過するとき、この通過が磁束の変化によって検出される。極ホイールの並んだ二つのマークを通過する間の時間から、制御装置のマイクロコンピュータが車輪回転数を計算し、記憶された転動外周に積算することにより、タイヤ周速を計算する。

この測定方法の場合にも、例えば油たまりが局所的に発生した際、すべての車輪は、延在の摩擦係数にとって大きすぎる回転加速を受けると、問題が生じる。回転加速度が $\mu = 1$ のときでさえも達しないように値まで増大すると、妥当性チェックを有する付加的なプログラムループも補助しつづけない。

日本電子のヨーロッパ特許出願第0363570号公報により、今まで示した技術水準と異なり、スリップコントロールをデータに基づかせることが知られている。このデータ自体はスリップさせずに測定された。この日本電子は特に、各々の車輪に伝えられた縦方向力と車輪荷重を測定することを教示している。ここで提案された縦方向力の検出は、スリップ曲線内で横座標からだけでなく縦座標から実際の位置を確かめることができる。横座標は実際のスリップ値を示し、車両速度の必要な確認の場合の前に述べたすべての問題を有する。測定されたタイ

ヤ縦方向力は車輪荷重によって割算され、そのときの摩擦係数 $\mu$ 、すなわちスリップ曲線の縦座標を生じる。

縦方向力と車輪荷重の測定は例えば縦アームとストラットに設けられた抵抗線ストレインゲージによって行われる。数多くの実施の形態によれば、縦方向力の測定のために、縦方向力の作用時、すなわち、回転軸線回りのトルクの作用時に車両タイヤが幾分ねじれる作用を利用している。このねじれの強さを測定するために、タイヤ側壁に、真っ直ぐなマークが取付けられている。このマークは光学的に検出可能である。そして、撮像装置がタイヤのねじれ時に発生したマークの曲がりの強さを確かめる。

しかし、光学的な検出は、少なくとも夜間の走行時に邪魔になり、他の運転者を当惑させる光源を必要とする。更に、内部での画像処理は非常に広いメモリースペースを必要とする。恐らくこの理由から、この技術は価値が認められなかった。

それでも、日本電子は縦方向力の測定によって、車道被覆層の認識やスリップコントロール装置のコントロール状態を車道被覆層に適合させる方法を示唆した。

本発明の第1の課題は、タイヤ変形を利用しておよびマークの光学的な検出と画像処理のための強制を回避しつつ、伝達された縦方向力を測定することによって、スリップを含む測定量の依存性を少なくとも低減、特に全体的に克服することである。

ほとんど摩擦によって運転される車両はタイヤを使用する。このタイヤの慣性および最適な摩擦値は、圧縮空気の充填によってのみ達成される。タイヤ空気圧が車輪荷重に依存する値以下に低下すると安全性が損なわれる。従って、空気圧をチェックする多くのシステムが既に提案されている。このシステムはすべて、測定すべき量、すなわち、空気圧が回転する車輪内で生じるという問題がある。しかし、この測定値は回転しないシステムで例えばダッシュボードに表示するために使用される。



第1の課題は、請求項1記載の、タイヤに作用する縦方向力を測定する方法と、特に請求項44記載のタイヤと関連する、請求項27記載の装置によって解決される。

この新しい方法は公知の方法と組み合わせることができ、長く中止されていた制動や全輪加速の場合でも、実際の車輪回転加速度の信頼性チェックを改善することができる。

普通の回転速度検出を維持し、それから回転加速度を算出すると、測定された車輪加速度が縦方向力ひいては車両加速度によって決まる車輪加速度に少なくともほぼ一致するように、ブレーキトルクと駆動トルクが制御される。

更に、運転者によって先ず最初に選択されたブレーキ管路圧力に振動を重ね合わせることが推奨される。これは、スリップ曲線の限界点を除いて、各々の車輪縦方向力の周期的な変動時に抑止しなければならない。限界以下の範囲とも呼ばれる安定した範囲では、ブレーキ管路圧力の上昇は、特に定めることが可能な短い後の縦方向力の増大をもたらし、一方、限界以上の範囲とも呼ばれる不安定範囲では、逆の回転が当てはまるか、若干の道路被覆層の場合には相互関係はもはや認められない。その際、ブレーキ管路圧力変化の振幅は、最大の制動モーメントに一致するブレーキ管路圧力に対する比で、非常に小さく、特に3～6%に選択することができる。これによって生じたブレーキ管路損失は律動的な制動による従来のシステムの場合よりもはるかに小さくなる。

更に、従来のスリップコントロールシステムと組み合わせて、両方法のデータ比較によって、適用されたスリップ曲線を実際の状態に迅速に自動適合させることができる。例えば慣用のスリップコントロールシステムが9%のスリップをコントロールし(約 $0.85\mu$ を達成することを期待して)、そして縦方向力測定が例えば $0.3\mu$ を示すと、他のスリップ曲線に基づかなければならないことが認識される。評価ユニットに多数のスリップ曲線を格納し、このような場合が発生すると各々の車輪に最も適合するスリップ曲線を自動的に選択することができるようにすることができる。しかし、従来知られているスリップコントロールシ

システムと組み合わせて、車輪回転数測定に関して、スリップと $\mu$ の対の特性値を適切に測定することにより、各々車輪について個別的に、適用されるスリップ曲線を連続して動作させることができる。

日本電子は、タイヤに作用する縦方向力をタイヤのねじれ変形から求め、しかも車輪の回転軸線の下方の垂直な撮像装置の位置によって求めることを教示している。本発明者は、測定機構を含む平面の他の位置でもねじれ変形を測定可能であることと、所定の車輪負荷の際に検出されるねじれ変形の強さが、車輪回転軸線に対して垂直な、測定機構を含む面の位置に依存することが判った。ねじれ変形は車輪の半径方向内側の範囲と、この車輪に属するタイヤの半径方向外側の範囲の間で、測定機構を含む面の少なくとも一つの回転しない位置で測定することができる。

第15頁の第1と第2段落に記載した、車輪荷重なしに縦方向力を伝達する思想から出発して、路面だけでの垂直力の実際的な導入について再び説明する。

今までの実施形は、縦方向力の測定のためおよびその都度必要な空気圧の監視のために、局所的なタイヤねじれの測定が適していることを示している。特に、このような測定方法は二つの課題を同時に満たすことができるという利点がある。

局所的なねじれ角度 $\alpha$ がこの例で示した $30^\circ$ のインターバルにわたって幾分変化することを考慮するとき（これは上記の撓曲作業の量を測定するために最も重要である）、時間測定の開始と終了の間の $15^\circ$ の位置で、時間 $t_{2,3}$ の測定すべき変動はねじれ角度 $\alpha$ 自体に関連しないで、その平均値に線形に関連している。すなわち、 $0^\circ$ の位置でのねじれ変形に対する最適な相互関係を望む場合には、例のそのほかは変えないで、両センサの共通の位相平面を $15^\circ$ だけ傾けることが有利である。今まで十分に試験した装置は勿論、 $3^\circ$ のマーク角度差で充分であるので（実際の状態は具体的に図示できない）、この精度を考慮しないで

も、得られた測定結果はきわめて正確である。

既に述べたように、ねじれ角度  $\alpha$  は、選択された回転しない測定位置に依存して、測定すべき縦方向力または撓曲作業に依存する量と相関している。それによって、1つまたは二つの量を測定するために、どのような方法が時間測定に適しているかが判る。必要な装置についても、専門家が方法実施を簡単にするために適した装置を構成できるように記載してある。時間を計る回路は技術水準においても、慣用のスリップコントロールシステムで知られている。

慣用のシステムに対して、本発明は、困難な条件でも高い信頼性があるという利点がある。回転する車輪の変形または変形応力を測定する装置と比べて、回転しない車輪において最初から測定データを感知することができる、すなわち、回転するシステムから回転しない下位システムへのデータ伝送が故障なくおよびまたはコストを多くかけずに可能であるという利点がある。この観点から、慣用のスリップコントロールシステムと類似している。

半径方向に延びる長いマークの曲がりを光学的に検出および評価することによってタイヤねじれ測定を行う公知の方法に対して、本発明による方法の重要な利点は、時間測定が精度、寿命および信頼性と購入コストとの間のきわめて良好な関係を有することである。

作用の説明のために、既に表示した次式、

$$\Delta t_{2,3} = T \times \alpha / 2\pi = \alpha (2\pi - n)$$

が  $\alpha$  で分解される。そのとき、

$$\alpha = (2\pi / T) \times \Delta t_{2,3} \quad \text{あるいは}$$

$$\alpha = 2\pi - n \times \Delta t_{2,3}$$

である。

縦方向力と撓曲作業に左右される量について、請求項22に従って厳密に解釈すると、これは、その他の点ではきわめて単調である校正関数を評価ユニットに格納して使用することである。しかし、最初の試験によって、簡単な比例係数によって、線形の校正関数に対応して、驚くほど高い測定精度が達成されることが

判った。一般的にはやや累進的である校正関数を、一層正確に検出し、使用する  
ときには、これは専門家にとってよく知られた簡単な作業である。

上記の説明は要約すると請求項4に従って次の点が重要である。すなわち、

- a) 車輪のタイヤの半径方向外側の範囲において、タイヤに設けた1個または複数のマークが回転しない少なくとも1個の外側のセンサの傍らを通過する時点（以下、外側の時点という）が記録され、
- b) 車輪の半径方向内側の範囲において、車輪、例えばタイヤビード範囲、リムまたは好ましくはホイールハブに設けた1個または複数のマークが回転しない少なくとも1個の内側のセンサの傍らを通過する時点（以下、内側の時点という）が記録され、
- c) 外側の時点と内側の時点の間の時間が測定および評価され、
- d) 評価が、測定すべき周期時間による、c)に従って測定された時間の割算を含み、この場合周期時間が車輪1回転の時間またはこの時間の所定の一部分であることが重要である。

その際、請求項5に従って、内側のマークが内側センサの傍らを通過することによって、特に電子式ストップウォッチを用いて時間測定が開始され、外側のマークが外側のセンサの傍らを通過することによって前記時間測定が停止される。しかし、請求項6に従って、それとは逆に、外側のマークが外側センサの傍らを通過することによって、特に電子式ストップウォッチを用いて時間測定が開始され、内側のマークが内側のセンサの傍らを通過することによって前記時間測定が停止される。

時間測定を停止する通過は小さなエラー確率を有するようにすべきである。というのは、この確率が間違っただけで大きな時間測定結果を最低限に抑えるからである。すなわち、このようなエラーの場合には、エラーを含む測定信号を供給するのではなく、測定信号を供給しない。これはエラーの識別を容易にし、間違っただけの判断を回避する。

ホイールハブの範囲、特に良好に保護されるホイールハブ自体に内側のマークとセンサを配置すると、今までの経験から、エラーの確率がきわめて小さくなる

。従って、このような配置構造の場合には、請求項6に従って、停止機能は内側に位置する。しかし、内側のマークとセンサがリムフランジの範囲に配置されていると、その機能は外側のマークとセンサの協働作用よりも幾分大きなエラーを生じる（例えば緑石の角に乗り上げることによってリムフランジが損傷するとき）。従って、ここでは、請求項5に従って機能を分配することが推奨される。

既に述べたように、対のマークの間の角度差は本出願では“D”と呼ばれる。図3の例ではDは30°である。しかし、センサ対のセンサの位相平面の間の角度差も考えられる。この角度差は本出願では“d”と呼ばれる。この角度dは図3において、説明を簡単にするために、零にセットしてある。しかし、本発明による装置のコストを下げるために、必要なセンサが既存の車輪懸架装置部品に配置されるので、このセンサ対の角度差は往々にして0°ではない。第21頁の第2の段落の終わりに記載した式

$$t_{2.3} = T \times D / 2 \pi$$

は $d \neq 0$ のために次のように普遍化することができる。

$$t_{2.3} = T \times (D - d) / 2 \pi$$

第22頁の第1段落で既に、Dとdが0にきわめて近いとき、極端な場合には0であるときに、測定精度がきわめて高いと述べた。この場合、 $(D - d) = 0$ であるので、トルクがない場合、測定すべき時間 $t_{2.3}$ は0に等しい。外側のマーク2が時間測定を開始し、内側のマークが英姿すると、センサ対が0°の位置の場合、制動に関して、 $\Delta t_{2.3}$ に等しい時間 $t_{2.3}$ は制動トルクの大きさひいては縦方向力にほとんど比例して測定される。最大負荷の場合約1°である。

これに対して、正の加速の場合、ほとんど完全な周期時間Tが記載される。約360倍も大きな非常に長い周期時間と比較して、Tに対する差はほとんど零に近くなるので、このような測定結果は駆動スリップのコントロールには適していない。この場合、更に方向の記載（+または-）がないので、更に対策を講じないと、充分な縦方向力が認識されず、法外に大きな遅れる縦方向力が間違って認識される。走行方向に見て前方の車輪半部で、例えば270°の位置で、撓曲作

業に依存する量を測定するためにねじれ変形が検出されると、同じ問題が生じる。

従って、本発明は、ねじれ変形が両回転方向で時間測定によって正確に認識できるように、上記の方法と装置を改良することである。

そのために、請求項7、8では、2つの代替的な解決策が記載されている。

請求項7の解決策は、マーク2、3の通過時点の間の時間と、マーク3、2の通過時点の間の時間が測定され、測定された両時間のうち、一方に正の符号が付けられ、他方に負の符号が付けられ、両時間のうち、小さな値の時間が使用される。これによって、上記の例の問題の場合、 $35.9^\circ$ のねじれ変形ではなく、 $1^\circ$ のねじれ変形が検出される。

符号の決定は逆でもよい。重要なことは、測定すべき量の方向の変化に、測定結果の方向の変化を一致させることである。

この方法の実施形の利点は、 $D-d$ を零に設定してもよく、特に $D=0$ そして $d=0$ でもよいことである。これによって、できるだけ大きな測定精度が達成される。更に、符号をつけた測定結果はきわめて容易に解釈可能である。勿論、測定コストは次に説明する請求項8の方法実施形のコストの2倍である。

請求項13の方法の実施形は、検出された時間変化を示し、 $1^\circ$ のオーダーである最大ねじれ角度が、全体の角度と比較して小さいということを利用している。要約すると、十分に大きなオフセットがマークとセンサの配置によって例えば $2^\circ$ に調節されるので、すべての状況で、測定された時間変化が符号の変化から解放され、上記の例では $1^\circ$ と $3^\circ$ の間にある。 $1^\circ$ は例えば最大制動作用の縦方向力に属し、 $1.5^\circ$ は普通の制動作用の縦方向力に属し、 $2^\circ$ は縦方向力のない状態であり、 $2.5^\circ$ は普通の前進力に属し、 $3^\circ$ は最大前進力に属する。内側のマークと外側のマークからなる対のマークの角度差( $D$ )は、一方のマークの位相平面と他方のマークの位相平面の間の角度として定義され、一方のマークの位相平面が車輪軸線を含む平面として定義され、この平面内でそれぞれのマークが車輪に設けられている。内側のセンサと外側のセンサからなる対のセンサが角度差( $d$ )は、一方のセンサの位置平面と他方のセンサの位置平面の間の角

度として定義され、一方のセンサの位置平面は車輪軸線を含む平面として定義され、この平面内でそれぞれのセンサが回転しないよう配置されている。

これから出発して、この方法実施形は、異なる符号の時間を回避するために、対のマークの角度差（D）が少なくとも、車輪の最大負荷時の外側範囲と内側範囲の間のねじれ角と同じくらい、対のセンサの角度差（d）と異なっており、前記の対のマークのうち、所定の一方のマーク、すなわち内側のマークまたは外側のマークだけが時間測定を開始し、他方のマーク、外側のマークまたは内側のマークが時間測定を停止することを特徴とする。その際、特に請求項9または10に従って、両角度差の一方（Dまたはd）が零にセットされる。

原理的には1対だけのマークを監視すべき車輪に配置するとで充分である。マークがタイヤまたは車輪に特別に取付けなければならない場合、この下側の極値はコストが最小であるという利点がある。その際勿論、時間に関する分解能は比較的に悪くなる。従って、このような採寸は恐らくきわめて高い回転数で回転する車輪のために推奨される。例えば約350 km/hのスタート速度の戦闘機の比較的小さな車輪の走行装置のために推奨される。

検出された縦方向力およびまたは1回転あたりの撓曲作業（タイヤの撓みまたは踏面長さまたは荷重-圧力-比）を良好に解明するために、請求項11記載の方法の実施形が適用される。この実施形では、多数のマーク対が車輪に配置されている。特に、各々のセンサ対は車輪回転あたり多数の変化する時間を測定する。この時間は内側と外側のマークからなる各々の対の両マークの通過時点の間の時間である。

一方の負荷極値から他方の負荷極値までの測定すべき角度が約2°であるということを鑑みて、混同（すなわち、対のマークが隣の対のマークとして誤って解釈されること）を簡単に回避するために、180個のマーク対のために上限が維持される。一層混同をしないようにするために、両端でそれぞれ0.5°の安全間隔を維持することが推奨される。すなわち、各々の対のマークのために3°空けてある。従って、マーク対の数を決めるための特に推奨される上限は約120

である。

多数のこの測定値の処理は、請求項17に従って各々の対のマークが同じ角度差を有するときに、簡単になる。(そのために、すべてのマークを同じ外周に分配配置することができる。両マーク群れ的一方に不均一に配置する場合、他方のマーク群れは請求項13または36に従って同じ不均一性を有するので、各々のマーク対内の位相関係は同じである。両変形例は装置請求項35の対象である)。勿論、これは必要な条件ではない。

例えばコストを抑制するためあるいは信頼性を高めるために、外側範囲においてタイヤに後でマークを取付けることをあきらめるべきときには、大量用途のために、装置請求項31の教えの実施形に従って、特に規則的な周方向間隔において、車両の軸方向内側に向いている少なくともタイヤ側Iで、ベルト層の若干のワイヤ端部が延長し、“外へ出る”このワイヤ端部は、請求項37に従って磁束密度の変化に応答するセンサによって、確実に検出可能である。

請求項13または36のよる不均一なマーク対分配の場合には、各々の測定値について、車輪の回転位置を正確に認識できるという利点がある。これは例えば更に、車輪のいびつまたはアンバランスを正確に検出することができる。更に、これは方法に適した装置を製作を非常に簡単にする。

ほとんどの車両タイヤはトレッド成形部に横方向溝を備えている。しばしば“サイド飾り模様”と呼ばれるトレッド成形部の縁範囲は(普通の走行運転では地面に接触せず、縁石の角に斜めに当たるときにのみ接触する)、エッジ登り能力を改善するために、同様に横方向溝、すなわち周方向に延びる溝を備えている。この溝は様式的な結論や所望されるタイヤの幅広の外観の理由から、普通の走行運転で地面に接触する接地面の主領域の横溝と同列に並んでいる。その結果、サイド飾り模様の横方向溝はほとんどが均一に分配されていないで、騒音上の理由から使用される接地面の主領域のピッチ順序に相応して設けられている。

特に、例えば光学的な信号を認識し、観察される対象物の光反射の変化に応答する、外側のマークのためのセンサと協働して、請求項32に従って、サイド飾り模様の横溝が外側のマークとして使用可能である。すなわち、タイヤの付加的



な部品を必要としない。

勿論、これは、サイド飾り模様ではなく、接地面の主領域のどこかに、特に光学的に感知可能な横方向溝列が設けられているときにも行うことができる。その場合、外側センサのタイヤ近くの取付けは、以下“外側のセンサ支持体”と呼ぶ、ナックルとセンサの間の連結部分が長いので、コストがかかる。更に、センサ支持体は重く、振動しやすい。

請求項13または36に従って、マーク対を不均一に分配するにもかかわらず、各々のマーク対の中の角度差が等しいときには、両マーク軌道（マーク群れとも呼ばれる）は、内側のマーク軌道が外側マーク軌道と同じ不均一性を有するようになり、互いに調和しなければならない。所定の車両のための種類のタイヤ内に多数の異なるピッチ順序があるので、このような場合、外側のマーク軌道だけでなく内側のマーク軌道も、タイヤに取付けることが有効である。この内側のマーク軌道は特にビード範囲に取付けられる。なぜなら、調和のために役立ち、車両メーカーとタイヤメーカーの複雑な連絡が回避されるからである。

勿論、これにより、タイヤの価格が高くなる。従って、内側のマークのために、既存の車両部品を用いると有利である。慣用のすべてのスリップコントロールシステムの場合、各々の車輪に極ホイールが設けられている。この極ホイールは、均一に分配された多数の極を有する。すべてのマーク対の不変の角度差を提供しながら、走行面プロフィール、特にサイド飾り模様の（少なくとも不均一に分配された）横方向溝を外側マークとして使用し、既存の極ホイールの（均一に分配された）極を内側マークとして使用することができる。

勿論、そのために、評価ユニットは多くの記憶容量および計算容量を備えていなければならない。請求項33、37に従って、例えばスタティックな計算プログラムによってあるいは従来のスリップコントロールシステムのデータと比較することによって、先ず最初にマーク分布を検出するかあるいは入力する。

きわめて多い数のマーク対と、それによって可能な、車両のロール変位を介して縦方向力およびまたは撓曲作業に依存する量の測定の極端に微細な分解能とに

より、制動トルクおよびまたは駆動トルク調節の不可避の慣性を鑑みて、速度が低いと車輪直径が非常に大きいときには、一方では正確なスリップコントロール状態となり、他方では20 km/h以下の速度はほとんど重要でなくなる。というのは、スリップコントロールシステムを使用しないでも、制動距離がこの速度以下では短いからである。従って、乗用車の場合マーク対の数が40個以上のとき、そして貨物自動車の場合80個以上のときには、あまり改善されない。従って、過剰のコストを避けるために、ほとんどの場合車輪に別個に取付ける必要がある内側マークの数を、このオーダーに制限することが有効である。特に、本発明による方法と装置が従来のスリップコントロールシステムに対して代替的でなく補足的に使用されるときには、一般的に歯状に形成された極ホイールの極を内側マークとして使用することができる。極の普通の数、上記と同じオーダーであり、本発明者が知っているのは、24と96個である。

乗用車の検出可能なタイヤ横方向溝の普通数は61～79である。乗用車が44個の極を有する極ホイールを備え、取付けられたタイヤが67個の横方向溝を備えていると仮定すると、スリップコントロール装置の評価ユニットが請求項34に従って、マーク対を形成するために最も適したマークを選択する選択プログラムを備えているときには、タイヤ横方向溝を外側マークとして使用することができる。その際、外側マークの分離、すなわち、多すぎるマーク量を少なくすることが重要である。しかし、例外もある。例外の場合には、少ない量から若干のマークを分離することが合目的である。例えば、25個の外側マークと2個の内側マークを評価から分離することができる。このような例外の場合には、極ホイール上に極を不均一に分配することもあり得る。しかし、今までは、このような不均一な分配はおそらくない。

貨物自動車は一般的に大まかである。横方向溝の数、車輪直径が大きいにもかかわらず、35～60個のオーダー、少なくとも約45個である。貨物自動車のためのスリップコントロールシステムは多くの数の極を有する極ホイールを備えている。このような場合、前述と異なり、特に内側のマークが分離される。

内側マークまたは外側マークを分離することは重要ではなく、このあらゆる分

離は、請求項8記載のマーク対が形成されるように行われると合目的である。あらゆる負荷の場合、このマーク対の形成により、符号が交替することなく時間が測定される。

縦方向力と撓曲作業に依存する量を測定できるようにするために、請求項14、39では、多数のセンサ対がホイールハブの異なる位置平面内に回転しないように配置されている。この異なるセンサ対がマーク対を通過する度に、この対の先行するマークの通過時点から、この対の後方のマークの通過時点までの時間の測定を行う。その際、請求項15に従って、2つのセンサ対を使用する場合には、 $90^{\circ}/270^{\circ}$ の位置の組み合わせが有利である。なぜなら、撓曲作業に依存する量の測定時の信号値が大きく、そして評価ユニット内でのデータ処理が簡単で、すばやく、低コストであるからである。更に、請求項16によるこの位置の組み合わせは、縦方向力を正確に、データ技術的に簡単に（加算するだけでよい）測定することができる。請求項17では、両測定方法が使用される。特に有利な装置は、多数のすべてのセンサを、共通の車両水平直線上で、ナックルに固定されたセンサ支持体に配置することを特徴とする。図6、7はこのような実施形を示している。

請求項18では、1個のセンサ対を $0^{\circ}$ 位置に、すなわち回転軸線を通る車両鉛直線上に配置し、きわめて小さなエラー確率ときわめて少ないコストでもって、縦方向力を測定することができる。両センサをナックルに固定された上方に延びるセンサ支持体に配置することにより、きわめて高い精度が得られる。このような装置は図4に示してある。

請求項43に従って、外側のマークに反応する、ナックルに固定されたセンサ(10)を、例えば $90^{\circ}$ の位置または $270^{\circ}$ の位置に配置することが好ましい。このセンサはそれとそれを通してマークの間の軸方向間隔を検出する。タイヤ横方向力の測定も可能であり、しかも請求項26に従って、間隔を測定する他のセンサが $0^{\circ}$ の位置に配置されていると、きわめて正確に測定することができる。横方向力の測定は、フル制動が真っ直ぐな道路でなく、カーブで行われる

ときに重要である。

真っ直ぐな道路では、このような非常状況で、最大の摩擦係数が減速のために使用される。その際、横方向力を伝達する不可避の能力は非常に小さい。しかし、装置が各々の車輪の横方向力を測定することによって、横方向力伝達能力の必要性の増大を認識することができるときには、装置はコントロールされたスリップを（但し幾分小さくなった縦方向力を伝達して）減らすことができ、この必要性を満足し、車両は操舵可能のままである。たとえ、急に現れた障害物の前で大きな制動能力がアクティブ車両安全性を高めても、安全上の回避能力は、車両安全性を更に高める。障害物が直線上で現れると、操舵能力全体を維持すること、が不必要な制動距離延長が生じることになる。勿論、横方向力は横方向アームまたは同じように作用する他の部品、例えば貨物自動車の縦に位置する板ばねで測定可能である。

弾性運動しない質量を小さくするために、図4に示した装置と異なり、少なくとも大きな車輪操舵角度が発生する場合には、センサ支持体を車体側に取付けることができる。このような装置は図5に示してある。

図5に示すように、両センサが車体側のセンサ支持体に配置されていると、混同を避けるために、すなわち外側センサの強い弾性運動時に、内側マークの通過を検出しないようにするために、

センサの間の半径方向間隔と両マーク軌道の間の半径方向間隔が、車輪懸架装置の弾性スロートークよりも大きいという他の前提、あるいは一方の軌道のマークの通過が、他の軌道のマークの通過と異なる物理的作用によって認識され、例えば外側マークが光学的に、内側マークが電磁的に検出されるという他の前提が維持される。

更に、外側のセンサだけを車体側に固定し、内側のセンサをナックル側、特にナックルの外周面に固定し、内側の軌道のマークをホイールハブに固定することができる。すなわち、内側のマークと対応するセンサの協働作用は弾性運動しない質量にほとんど寄与せず、内側マークと外側マークの混同は、同じ認識効果を用いたときでさえも回避される。

勿論、個々のセンサ対のいかなる配置構造でも、撓曲作業に依存する量を測定できるとは限らない。そのためには少なくとも2個のセンサ対が必要である。請求項19はセンサ対のための異なる2個の測定位置の組み合わせを示している。この場合、上記の0°位置と前述の90°または270°位置の組み合わせを示している。この有利な位置の組み合わせと、3個すべての特別な位置の組み合わせは、請求項40の対象である。

請求項19の方法変形例では、撓曲作業に比例する量と縦方向力を測定するために、90°/270°位置で発生するような時間差の半部だけが供され、従って測定精度は幾分低下する。しかし、90°の位置または270°の位置でセンサ対が故障したときでも、スリップコントロールにとって重要な縦方向力は常に完璧に測定することができるという利点がある。すなわち、撓曲作業に比例する量の測定だけができない。従って、2個のセンサ対の使用に制限すると、縦方向力が測定されない確率は、0°位置に属する位置の組み合わせによって最小となる。これに対して、90°/270°の位置の組み合わせは、4個のセンサのどれか一つ故障すると、撓曲作業に比例する量の測定だけでなく、縦方向力の測定も無に帰する。

従って、装置が3つのセンサ対を含み、それぞれ0°、90°および270°の位置にあると、信頼性と精度のきわめて良好な組み合わせとなる。このような装置の場合、普通の運転状態では、90°と270°の位置で測定されるような量が評価、特に表示され、およびまたは制動トルクまたは駆動トルクの制御のために使用される。しかし、位置組み合わせ0°/90°と0°/270°の位置の組み合わせでも量が測定され、最初に述べた量と比較される。小さな閾値を超えると、エラーの報告が行われる。更に、評価ユニットは納得のゆかないデータを識別し、それ以降の使用から排除する。このような有利な装置は非常時に、任意のセンサの故障を処理することができる。

請求項23では、撓曲作業に比例する量（それがタイヤの撓みまたは踏面長さまたは荷重-圧力-比として名前を付けられていることは重要ではない）が測定

され、それぞれの限界値を上回ってから、空気圧が低下する前に警報が運転者に与えられ、およびまたは達成可能な最高速度が場合によって外気温度およびまたはタイヤの種類に依存して下げられ、過大の撓曲負荷によるタイヤの故障が締め出される。撓曲作業に比例する量の測定が、センサのそばを通過するマークの時間変化の測定によるねじれ変形の決定によって、低コストで、確実にかつ驚くほど正確であるので、第2の課題のこの解決策は、妥当な付加的成本で、かなりの安全性を得ることができる。コスト／使用の比は、厄介なデータ伝送問題を有する、回転するタイヤ内での空気圧測定による公知の解決策の場合よりもはるかに良好である。

既に述べたように、撓曲作業に比例する量、例えばタイヤの撓みは、タイヤ荷重と空気圧の比に比例する。両量の一つである車輪荷重（請求項21参照）または空気圧（請求項20参照）が別個に測定されると、他の量は測定をしないで簡単な計算によって、校正された比例係数によって算出することができる。すなわち、

$$\text{車輪荷重} = \text{荷重-圧力-比} \times \text{空気圧} \quad (\text{請求項20})$$

または

$$\text{空気圧} = \text{車輪荷重} / \text{荷重-圧力-比} \quad (\text{請求項21})。$$

この別個の量である空気圧は勿論、安全性を直接左右するものではない。従って、空気圧は特に請求項42に従って測定されない。しかし、空気圧は良好なサービスである。この理由から、しかも車輪荷重が回転しない部品、例えばストラットで測定可能であるので、この両変形例のうち、請求項21の変形例が有利である。特に車輪個々の車輪荷重測定は、本発明による縦方向力測定と関連してミューのきわめて正確な測定を可能にし、それによって制動トルクまたは駆動トルクをきわめて細かく制御することができる。

タイヤ空気圧がそれ自体公知の方法で測定されると、請求項24に従って、上記の式から算出される車輪荷重のための限界値を上回ってから、車輪荷重が大きくなりすぎる前にまたは空気圧が小さくなりすぎる前に、警報が運転者に与えられ、およびまたは達成可能な最高速度が場合によって外気温度およびまたはタイ

ヤの種類に依存して下げられ、過大の撓曲負荷によるタイヤの故障が締め出される。これに対して、車輪荷重が公知の方法で測定されると、請求項25に従って、上記の式によって算出されるタイヤ空気圧のための限界値を下回ってから、空気圧が小さくなりすぎる前に、警報が運転者に与えられ、およびまたは達成可能な最高速度が場合によって外気温度およびまたはタイヤの種類に依存して下げられ、過大の撓曲負荷によるタイヤの故障が締め出される。

ねじれ変形を認識するために時間測定を行う本発明による装置は、監視される各々の車輪に、互いにねじれるマークの二つの軌道を必要とする。そのうちの半径方向内側の軌道は、タイヤに配置可能である。タイヤに配置されるときには、できるだけ半径方向内側に配置すべきである。各々のマーク軌道は少なくとも1個、特に多数のマークを備えていなければならない。請求項44では、時間変化によって検出されるねじれストロークをできるだけ大きくし、時間変化自体も大きくするために、タイヤは少なくとも外側のマークを、特にその半径方向外側の範囲に備えていなければならない。

請求項45に従ってタイヤの半径方向内側範囲に内側マークを配置すると、記号論理的な利点がある。特に、請求項45に従ってサイド飾り模様を光学的に検出すると、内側のマーク軌道が外側のマーク軌道と同じピッチ順序に対応することが、容易にかつ確実に達成可能である。これは通過の検出が光学的に行われるときには特に有効である。なぜなら、請求項47に従って、マーク角差が不変であるからである。マークは請求項50に従って、凹凸の存在によって、対応するセンサの通過時に認識可能である。これは、検出のために音の経路の変化を使用するときにも当てはまる。

次に、若干の図に基づいて本発明を詳しく説明する。

図4は、ステアリングナックルに固定して配置された、0°の位置にあるセンサを備えた、本発明によるマクファーソン式車輪懸架装置の断面図、

#### 請求の範囲

1. タイヤに作用する縦方向力が、車輪の半径方向内側範囲またはハブとタイヤ

の半径方向外側範囲の間の、[...] タイヤのねじれ変形から、少なくとも一つの回転しない位置で測定される、タイヤ回転中にタイヤに作用する縦方向力を測定するための方法において、ねじり変形が1つまたは複数の時間測定によって測定され、この場合測定すべき時間が、回転軸線を中心とした異なる半径上に設けられた回転する車輪の少なくとも2個のマークが回転軸線を中心とした、マークと同じ半径上に回転しないよう設けられた少なくとも2個のセンサの傍らを通過する間の時間であり、その際マークのうち少なくとも半径方向外側のマークがタイヤの半径方向外側範囲に設けられ、例えば半径方向内側のセンサがステアリングナックルに、半径方向外側のセンサが車輪懸架装置のトランスバースリンクに設けられていることを特徴とする方法。

2. タイヤ回転中にタイヤの撓みあるいは踏面長さあるいはタイヤ空気圧に対する、タイヤによって受け止められる車輪荷重の比、すなわち荷重-圧力-比を測定するための方法において、タイヤの撓みあるいは踏面長さあるいは荷重-圧力-比が、車輪の半径方向内側範囲[...]とタイヤの半径方向外側範囲との間の、測定平面の位置に依存するタイヤのねじれ変形から、少なくとも2つの回転しない位置で測定され、両測定平面位置の少なくとも一方が車輪軸線の上方または下方において垂直に設けられないことを特徴とする方法。

25. 請求項21記載の方法、すなわち車輪荷重が公知の方法で行われる方法において、車輪空気圧の限界値を超えてから、特に空気圧が低くなりすぎる前に警報が運転者に与えられ、およびまたは過大の屈曲応力によるタイヤの脱落が回避されるように、達成可能な最高速度が、場合によっては外気温度およびまたはタイヤの種類に依存して下げられることを特徴とする方法。

26. 通過するマークに対する軸方向間隔を検出するセンサがほぼ $0^\circ$ の位置と $90^\circ$ の位置あるいは $270^\circ$ の位置にそれぞれ1個ずつ回転しないように配置され、このようにして検出された対の軸方向間隔からタイヤ横方向力が求められることを特徴とする、縦方向力を測定する請求項1およびまたは2記載の方法。

43. 車輪軸線上方の垂直な一つの位置が $0^\circ$ であり、他の位置が $0^\circ$ の位置に対



する車輪回転方向のその角度で表される請求項27~42のいずれか一つに記載の装置において、間隔を測定する少なくとも一つの外側のセンサ(10)がほぼ90°または270°の位置に配置され、好ましくは更に間隔を測定するセンサ(10)が0°の位置に配置され、特に間隔を測定するセンサ(10)と時間を測定する外側のセンサ(4)が一つの部品にまとめられ、センサ(10および場合によっては4)で測定された軸方向間隔から、タイヤ横方向力が評価ユニット(14)で求められることを特徴とする装置。

44. 例えば側壁(1)に多数のマーク(2)を備えている、車両タイヤにおいて、車両タイヤが少なくとも半径方向外側範囲、特に側壁(1)または肩範囲に、〔半径方向に密接制限された〕マーク(2)の円状の軌道を備え、センサのそばをアークが通過することを、磁氣的または誘導的に認識可能であり、車両タイヤが請求項27~43のいずれか一つに記載の装置およびまたは請求項1~26のいずれか一つに記載の方法を実施するために適していることを特徴とする車両タイヤ。

45. マーク(2)に対して半径方向内側に位置する少なくとも1つの他のマーク(3)が、側壁(1)、特にビード範囲に配置されていることを特徴とする請求項44記載の車両タイヤ。

46. マーク(2)に対して半径方向内側に位置する複数の他のマーク(3)が、側壁(1)、特にビード範囲に円に沿って配置されていることを特徴とする請求項44または45に記載の車両タイヤ。

47. 時間を測定するすべてのマーク対に関して(請求項8で定義した)角度差(D)が同じ大きさであり、特に零でないように、外側と内側のマークが対をなして配置されていることを特徴とする請求項44~46のいずれか一つに記載の車両タイヤ。

48. マーク(2, 3)が金属からなっていることを特徴とする請求項44~47の少なくとも一つに記載の車両タイヤ。

49. マーク(2, 3)の少なくとも若干が磁力を有することを特徴とする請求項44~48の少なくとも一つに記載の車両タイヤ。

〔50. マーク（2，3）の少なくとも若干が光を反射するように形成されていることを特徴とする請求項44～49の少なくとも一つに記載の車両タイヤ。〕

50. マーク（2，3）が側壁（1）を越えて突出していることを特徴とする請求項44～49の少なくとも一つに記載の車両タイヤ。

【手続補正書】特許法第184条の8第1項

【提出日】1996年9月24日

【補正内容】

#### 明細書

タイヤに作用する縦方向力または変形に比例する量を測定するための方法と装置並びにそのための車両タイヤ

タイヤに作用する縦方向力またはタイヤの撓みまたは踏面長さまたは荷重－圧力－比を回転中に測定するための方法およびタイヤに作用する縦方向力またはタイヤの撓みまたは踏面長さまたは荷重－圧力－比を回転中に測定するための装置および上記の装置と協働するのに適した車両タイヤ。

本発明は、請求項1の上位概念に従って、タイヤに作用する縦方向力を測定する方法およびまたは請求項2の上位概念に従って、タイヤの撓みまたは踏面長さまたは荷重－圧力－比を測定するための方法に関する。請求項1およびまたは2に記載した本発明には、それに従属する請求項3～26記載の実施形が属する。本発明は更に、請求項27の上位概念に従い、タイヤに作用する縦方向力を測定するためおよびまたはタイヤの回転中タイヤに生じる少なくとも一つの量、すなわちタイヤの撓みまたは踏面長さまたは荷重－圧力－比を測定するための装置に関する。その実施形は請求項27に従属する請求項28～43に記載してある。本発明は更に、上記の装置と協働するためおよびまたは請求項1～26の記載の方法に適している、請求項44記載の車両タイヤに関する。その実施形は請求項44に従属する請求項44～50に記載してある。

標準的な荷重のための運転ハンドブックに記載されている空気圧よりも幾分低い空気圧は、極端に小さな荷重の場合には有害ではない。逆に、極端に大きな荷

重の場合には、標準空気圧は低すぎ、その結果タイヤ撓曲正が大きくなり、従ってタイヤが強く加熱され、ポリマーの低級化が生じる。空気圧だけのチェックは車輪荷重に対する必要な空気圧の関係を考慮することができない。

本発明者は、空気タイヤ付車輪の安全な運転を監視するために、回転あたりの撓曲を良好に検出すべきであるということを知った。これはほとんど、タイヤの撓み、踏面長さおよびタイヤ空気圧に対する車輪荷重の比（以下荷重－圧力－比という）に比例する。

第2の課題を解決するために、請求項6に従って、回転あたりの撓曲に比例する量を検出することが提案される。これは、この量、すなわちタイヤの撓みあるいは踏面長さあるいは荷重－圧力－比が、車輪の半径方向内側範囲（例えばタイヤのビード範囲または軸方向内側のリムフランジまたはホイールハブ）とタイヤの半径方向外側範囲との間の、位置に依存するタイヤのねじれ変形から、測定機構を含む平面の少なくとも2つの（勿論、互いに摺動する）回転しない位置で測定されることによって行われる。その際両測定位置の少なくとも一方が車輪軸線の上方または下方において垂直に配置されていない。その際特に、約 $180^\circ$ の位置は回避される。位置の対は $0^\circ$ と $90^\circ$ 、 $90^\circ$ と $270^\circ$ および $270^\circ$ と $0^\circ$ が有利である。データ処理は次に説明するようにきわめて簡単である。

#### 請求の範囲

1. タイヤに作用する縦方向力が、車輪の半径方向内側範囲またはハブとタイヤの半径方向外側範囲の間の、タイヤのねじれ変形から、少なくとも一つの回転しない位置で測定される、タイヤ回転中にタイヤに作用する縦方向力を測定するための方法において、ねじり変形が1つまたは複数の時間測定によって測定され、この場合測定すべき時間が、回転軸線を中心とした異なる半径上に設けられた回転する車輪の少なくとも2個のマークが回転軸線を中心とした、マークと同じ半径上に回転しないよう設けられた少なくとも2個のセンサの傍らを通過する間の時間であり、その際マークのうち少なくとも半径方向外側のマークがタイヤの半径方向外側範囲に設けられ、例えば半径方向内側のセンサがステアリングナックルに、半径方向外側のセンサが車輪懸架装置のトランスバースリンクに設けられ

ていることを特徴とする方法。

2. タイヤ回転中にタイヤの撓みあるいは踏面長さあるいはタイヤ空気圧に対する、タイヤによって受け止められる車輪荷重の比、すなわち荷重－圧力－比を測定するための方法において、タイヤの撓みあるいは踏面長さあるいは荷重－圧力－比が、車輪の半径方向内側範囲とタイヤの半径方向外側範囲との間の、測定平面の位置に依存するタイヤのねじれ変形から、少なくとも2つの回転しない位置で測定され、両測定平面位置の少なくとも一方が車輪軸線の上方または下方において垂直に設けられいないことを特徴とする方法。

【国際調査報告】

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No.  
PCT/EP 95/03864

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
IPC 6 B60T8/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
IPC 6 B60T B60R B60C

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	EP,A,0 393 375 (DAIMLER - BENZ) 24 October 1990	1,2,4
A	see page 2, line 39 - page 5, line 9 see page 5, line 45 - page 6, line 42; figures 1-3	26
X	EP,A,0 363 570 (JAPAN ELECTRONICS INDUSTRY) 18 April 1990	1-5
A	see column 3, line 24 - column 4, line 33	6,7,9, 10,18, 26,28
	see column 6, line 41 - column 8, line 36 see column 12, line 11 - column 19, line 42; figures 1-20	
A	DE,A,39 37 966 (BRENER) 16 May 1991	5-8, 26-29
	see the whole document	
	--- -/-	

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

## \* Special categories of cited documents:

- \*A\* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- \*E\* earlier document but published on or after the international filing date
- \*L\* document which may throw doubt on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- \*O\* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- \*P\* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- \*T\* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- \*X\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- \*Y\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
- \*A\* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

2 February 1996

Date of mailing of the international search report

05.02.96

Name and mailing address of the ISA  
European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tlx 31 651 epo nl,  
Fax (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Geyer, J-L

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No.  
PCT/EP 95/03864

C(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO,A,90 05646 (FIORAVANTI) 31 May 1990 see page 2, line 5 - page 7, line 5 see page 10, line 17 - page 13, line 12; claims 1,2,10,15,16,27-36; figures 1-3	3-7
A	WO,A,91 14586 (TEVES) 3 October 1991 see page 6, line 6 - page 9, line 14	25,26, 30-32
A	WO,A,93 25400 (SAAB - SCANIA COMBITECH AB) 23 December 1993  see page 1, line 33 - page 2, line 13 see page 5, line 20 - page 10, line 13; figures 1-4	2-8,25, 26, 30-32, 48,49

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

In: International Application No

PCT/EP 95/03864

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
EP-A-0393375	24-10-90	DE-A- 3912555 US-A- 5265946	18-10-90 30-11-93
EP-A-0363570	18-04-90	JP-A- 3220056	27-09-91
DE-A-3937966	16-05-91	NONE	
WO-A-9005646	31-05-90	EP-A, B 0444109 JP-T- 4503931 US-A- 5247831	04-09-91 16-07-92 28-09-93
WO-A-9114586	03-10-91	DE-A- 4009540	26-09-91
WO-A-9325400	23-12-93	EP-A- 0643647	22-03-95

フロントページの続き

(81)指定国 EP(AT, BE, CH, DE,  
DK, ES, FR, GB, GR, IE, IT, LU, M  
C, NL, PT, SE), OA(BF, BJ, CF, CG  
, CI, CM, GA, GN, ML, MR, NE, SN,  
TD, TG), AP(KE, MW, SD, SZ, UG),  
AM, AU, BB, BG, BR, BY, CA, CN, C  
Z, DE, EE, FI, GE, HU, IS, JP, KE  
, KG, KP, KR, KZ, LK, LR, LT, LV,  
MD, MG, MK, MN, MW, MX, NO, NZ, P  
L, RO, RU, SD, SG, SI, SK, TJ, TM  
, TT, UA, UG, US, UZ, VN